



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**“Incorporación del mucilago de tuna para mejorar las
propiedades dela subrasante estabilizada en la calle Nieto
Miranda, Quillabamba –Cusco, 2021”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Sanchez Quecaño, Giovanni Mijhail (ORCID: 0000-0003-3788-6274)

ASESOR:

Mg. Benites Zuñiga, Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LINEA DE INVESTIGACION:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A toda mi familia, a mi querida madre Antolina Quecaño Taipe, por ser fuente de motivación, por todo el apoyo incondicional otorgado y por ayudarme a alcanzar mis logros.

Agradecimiento

Agradezco a mi familia y a todas las personas que me apoyaron en el transcurso de la ejecución de esta investigación.

Mi especial gratitud a mi asesor Mg. Benites Zuñiga Jose Luis por el asesoramiento para culminar el presente trabajo de investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1 Tipo y diseño de investigación	14
3.2 . Variables y operacionalización	14
3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.	15
3.4 . Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5 . Procedimientos.....	18
3.6 . Método de análisis de datos.....	18
3.7 Aspectos éticos.	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN.....	29
VI. CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS	35
ANEXOS.....	40

Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación de suelos según el índice de Plasticidad	12
Tabla 2: Categorías de Subrasante según el CBR	13
Tabla 3: Vías de acceso a la calle Nieto Miranda	21
Tabla 4: Resumen de resultados, porcentaje humedad natural.....	22
Tabla 5: Resultado de la clasificación de suelos según SUCS.....	22
Tabla 6: Resultado de la clasificación de suelos según AASHTO.....	23
Tabla 7: Resumen de resultados, Índice de Plasticidad.....	24
Tabla 8: Resumen de resultados de la densidad seca máxima y humedad óptima.	25
Tabla 9: CBR, al 95% de la MDS (C-01)	27

Índice de gráficos

Figura 1: Mucilago de tuna.....	9
Figura 2: Estructura de un pavimento rígido.....	11
Figura 3: Ubicación de la calle Nieto Miranda	16
Figura 4: Ejecución de calicatas	18
Figura 5: Ubicación de la ciudad de Quillabamba	20
Figura 6: Ensayo de granulometría	22
Figura 7: Ensayo de limite líquido y limite plástico.	24
Figura 8: Índice de plasticidad calicata, C-01.....	24
Figura 9: Ensayo proctor modificado	25
Figura 10: Densidad seca máxima, C-01.	26
Figura 11: Humedad optima, C-01.....	26
Figura 12: Ensayo CBR.....	27
Figura 13: CBR, al 95% de la MDS (C-01).....	28
Figura 14: Índice de plasticidad	29
Figura 15: Índice de plasticidad Mendizabal (2018).....	29
Figura 16: Densidad seca máxima – humedad optima	30
Figura 17: Densidad seca máxima – humedad optima Mendizabal (2018)	30
Figura 18: CBR, al 95% y 100% de la DSM	31
Figura 19: CBR, al 95% de la MDS Mendizábal (2018)	31

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del mucilago de tuna en las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, para tal fin se procedió al mezclado de muestras de suelo con mucilago de tuna, en las proporciones de 0%, 1.5%, 3%, y 4.5%.

Se realizaron ensayos estándar de clasificación de suelos, límites de atterberg, granulometría, contenido de humedad y ensayos especiales de compactación Proctor Modificado y CBR.

Los resultados de laboratorio indican una disminución del índice de plasticidad, del 0% al 4.5% de mucilago de tuna. Un incremento de la densidad seca máxima - humedad óptima, del 0% al 3% de mucilago de tuna, más allá del 3% de mucilago de tuna tiende a disminuir. El CBR incrementa en un rango del 0% al 3% de mucilago de tuna, más allá del 3% tiende a disminuir.

Por consiguiente, se concluye que existe una correlación inversa entre el contenido de mucilago de tuna y las propiedades del suelo, lo que significa que a más de 3% de mucilago de tuna disminuyen los valores de las propiedades del suelo, considerándose adecuada su utilización en un 3% para la estabilización de una subrasante.

PALABRAS CLAVE: mucilago, subrasante. laboratorio

ABSTRACT

The present research aimed to evaluate the effect of prickly pear mucilage on the properties of the stabilized subrasant in Nieto Miranda Street, for this purpose we proceeded to mix soil samples with prickly pear mucilage, in the proportions of 0%, 1.5%, 3%, and 4.5%.

Standard tests were performed on soil classification, atterberg limits, granulometry, moisture content and special compaction tests on Modified Proctor and CBR.

Laboratory results indicate a decrease in the plasticity index, from 0% to 4.5% of prickly pear mucilage. An increase in maximum dry density - optimal humidity, from 0% to 3% of prickly pear mucilage, beyond 3% of prickly pear mucilage tends to decrease. CBR increases in a range of 0% to 3% of prickly pear mucilage, beyond 3% it tends to decrease.

Therefore, it is concluded that there is an inverse correlation between the content of prickly pear mucilage and the properties of the soil, which means that more than 3% of prickly pear mucilage decreases the values of the soil properties, considering its use appropriate by 3% for the stabilization of a substeam.

KEYWORDS: mucilage, subrasante, laboratory

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, los países de la región como Colombia no cuentan con vías carrosables adecuadas, de igual forma las avenidas de acceso a las ciudades del país vecino muestran un mal estado, por lo cual es necesario saber el verdadero estado de la red vial, así mismo del total nacional, se estableció que solamente el 72% de sus carreteras están asfaltadas, y de estas el 25% se encuentran en malas condiciones. Es de importancia porque de cuatro kilómetros uno de ellos está en malas condiciones. Algunas provincias, cuentan el 79% de sus vías en buen estado y ninguno tiene más del 5 % en situaciones deficientes. Así mismo, pueblos como Sucre, Cauca y Cordoba muestran altos desafíos, con más del 40% de sus vías en las dos categorías más bajas, debido a las deficiencias en la subrasante de estas, por lo cual se busca una alternativa para mitigar este problema de deficiencia en la vías¹.

A nivel nacional, en el Jr. Humboldt – Azapampa – Chilca, presenta un suelo cohesivo con baja capacidad de soporte, que es un problema a nivel de subrasante, ya que en el proceso de expansión se debe a la absorción de agua produciendo un aumento de volumen y relajación de los esfuerzos, con un posible colapso².

A nivel local, en la ciudad de quillabamba se aprecian muestras de construcciones de pavimentos deficientes que se pueden apreciar con facilidad, se pueden encontrar vías con diferentes patologías, tales como: hundimientos, fisuras transversales, fisuras longitudinales, ahuellamiento, deformación transversal, piel de cocodrilo, grietas por fatigamiento, fisuras de grietas en bloque, ondulaciones y baches. las mencionadas son producto de una inadecuada identificación de las propiedades físicomecánicas y una mala estabilización en la subrasante. Además, a esto la saturación de las vías existentes en la Provincia de la Convención es algo que se va agravando día a día, debido a que varias de las calles que se encuentran

¹ (CUBAS gálvez, 2020 pág. 1)

² (MARTINEZ chavez, 2019 pág. 14)

en cercados de la ciudad de Quillabamba no se encuentran pavimentadas, tal es el caso de la calle Luis nieto miranda.

La calle Nieto Miranda, en la ciudad de Quillabamba, que en época de lluvias se convierte en una vía intransitable por poseer las características de un suelo arcilloso que saturado pierde su capacidad de soporte, impidiendo el libre tránsito vehicular. por lo cual la alternativa de solución es mejorar las propiedades de la subrasante mediante la estabilización con mucilago de tuna.

Con respecto a la formulación de la problemática de la investigación, el problema general planteado fue: ¿Cuál es el efecto del mucilago de tuna en las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021? y así mismo en relación a los problemas específicos se plantearon los siguientes: ¿cuál es el efecto del mucilago de tuna en el índice de plasticidad de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021?, ¿cuál es el efecto del mucilago de tuna en la densidad seca máxima y humedad optima de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021? y ¿cuál es el efecto del mucilago de tuna en la densidad seca máxima y humedad optima de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021?.

Así mismo se identificó las justificaciones de la investigación, en relación a la justificación teórica, indica que se buscan alternativas de solución en el tratamiento de los suelos para mejorar las propiedades de la subrasante, con aplicación del mucilago de tuna, se pretende complementar los procedimientos de estabilización que se encuentran en la normatividad vigente, reglamentada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. De igual forma la justificación metodológica, indica que la investigación se rige a través de normas y aplicaciones ya establecidas, instrumentos de validación con técnicas experimentales basadas en normas establecidas y aprobadas, lo que nos facilita tener un orden y estructura establecida para obtener resultados que conllevarán a aportar conclusiones y recomendaciones objetivas que puedan ser utilizadas para el aprovechamiento en el área de pavimentos. Con respecto a la justificación técnica, indica que actualmente el suelo para subrasante es mejorado con productos alternativos como cal, asfalto,

cemento, etc. la finalidad es buscar soluciones económicas y eco amigables, al finalizar la investigación se obtendrá datos sobre las modificaciones en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, mediante la realización de ensayos de laboratorio. De igual forma la justificación social, indica que la presente investigación es indispensable debido a que en la calle Nieto Miranda se aprecia suelos con características negativas que no cumplen con las especificaciones mínimas, por lo cual se propone mejorar dichas características mediante la adición de mucilago de tuna, puesto que resulta más económico.

De igual forma se procedió a determinar los objetivos de la investigación, con respecto al objetivo general, se plantea evaluar el efecto del mucilago de tuna en las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021, y así mismo como objetivos específicos se propuso: determinar el efecto del mucilago de tuna en el índice de plasticidad de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021, determinar el efecto del mucilago de tuna en la densidad seca máxima y humedad optima de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021 y determinar el efecto del mucilago de tuna en la capacidad de soporte de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021.

Posterior mente se determinó las hipótesis de la investigación, como hipótesis general se plantea que la adición de mucilago de tuna mejora las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021 Y así mismo como hipótesis secundarias se plantearon las siguientes: la adición de mucilago de tuna mejora el índice de plasticidad de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021, la adición de mucilago de tuna mejora la densidad seca máxima y humedad optima de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021 y la adición de mucilago de tuna mejora la capacidad de soporte de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Esta investigación como antecedente nacional según Rojas (2020), cuyo objetivo fue evaluar el suelo estabilizado con copolímero topsoil para la utilización en subrasante de pavimento en la avenida Palmiche, en la ciudad de Tarapoto, la investigación pertenece al tipo aplicada, el nivel de la investigación corresponde a descriptiva - explicativa, el diseño es experimental y considerando como población sector Palmiche, Tarapoto y su muestra del presente proyecto se considera 4 pozos de exploración (calicatas), los instrumentos de recolección de datos utilizados fueron las fichas técnicas, asimismo como resultado de que la adición de 1.17% de aditivo al suelo estabilizado se ha encontrado un valor CBR de 80.10% y finalmente se concluyó que el óptimo % de aditivo el cual ha sido del 1.17% con el cual se ha mejorado el valor de CBR del 5.90% al 80.10%. 6.4 y el costo por m³ de suelo estabilizado con el TOPSOIL es de 191.77 nuevos soles.

En la investigación como antecedente nacional según Waldir (2020), cuyo objetivo fue evaluar la influencia del cloruro de sodio en la subrasante estabilizada en la calle Jacinto Ibarra, en el distrito de Chilca, ciudad de Huancayo, la investigación pertenece al tipo básica, la investigación es de nivel descriptiva, el diseño es no experimental y considerando como población las calles del distrito de Chilca las cuales muestran fallas en el transcurso de la vía y las muestras fueron la calle Jacinto Ibarra, los instrumentos que se utilizaron fueron software como Excel, SPSS, Word, asimismo tuvo como resultado que al incrementar el cloruro de sodio en las proporciones de 3%, 7% y 11% modifica de forma positiva las propiedades físicas y mecánicas, mejorando la resistencia de la subrasante, mejorando el valor del CBR hasta un 15.5% y finalmente se determinó que a mayor cantidad de cloruro de sodio mejora las características físicas y mecánicas.

En la investigación como antecedente nacional según Mendizabal (2018), cuyo objetivo fue determinar los efectos en la sub rasante por la adición del mucílago de penca de tuna para la estabilización del suelo arcilloso en el Jirón La Unión, Chilca, Huancayo, la investigación pertenece al tipo aplicada, el nivel de la investigación corresponde al tipo descriptivo - explicativo, el diseño es

experimental, considerando como población la avenida Unión, el cual está compuesto por 12 cuadras y se consideró como muestra la cuadra 11 y 12 de la avenida Unión, las herramientas de recopilación de datos empleados fueron los formatos de ensayos de laboratorio, así mismo tuvo como resultado que adicionando el 0%, 25%, 50% y 75% de mucílago de penca de tuna en relación al contenido de agua en la muestra, el índice de plasticidad disminuye 2.78%, 19.41%, 18.28% y 18.12% respectivamente, el contenido óptimo de humedad incrementa a mayor adición de mucílago 13.7%, 14.0%, 14.2% y 14.85% respectivamente y de igual forma la máxima densidad seca incrementa 1.846 gr/cm³, 1.85 gr/cm³, 1.854 gr/cm³ y 1.86 gr/cm³ respectivamente y así mismo el CBR incrementa 5.7%, 7.6%, 9.4% y 12.8 % correlativamente, y finalmente se llegó a la conclusión que a más porcentaje de mucilago mejora la resistencia del suelo arcilloso en el Jirón La Unión.

En la investigación como antecedente internacional según Gavilanes (2019) cuyo objetivo fue determinar las características físicomecánicas del suelo estabilizado en el sector de Santos Pamba, en la calle Colinas del Sur, adicionando cemento y cal en diversos porcentajes, la investigación es de tipo aplicada, el nivel de la investigación es descriptiva, el diseño es experimental, considerando como población las calles aledañas al sector de Santos Pamba y su muestra establecida fue la calle colinas del Sur, el instrumento de recopilación de datos es la ficha técnica y así mismo tuvo como resultado que la adición de cal y cemento al 8% produce incrementos en la capacidad de soporte del suelo evaluado al 23.35%, pudiéndose considerar ambos aditivos como adecuados para estabilización de suelos y finalmente se concluyó que la adición de cemento y cal mejora la capacidad de soporte.

En la investigación como antecedente internacional según Toro (2018), cuyo objetivo fue evaluar una alternativa de solución al problema de inestabilidad de suelos, mediante la estabilización electroquímica con el agente químico DS-328, de suelos inadecuados para la vía de acceso a los campos de cultivo de la comunidad el Chaquito, provincia Oropeza del Departamento de Chuquisaca, cuya investigación corresponde al tipo cuantitativo, el nivel de la investigación es

descriptiva, diseño experimental, considerando como población las calles de la comunidad El Chaquito y la muestra establecida está ubicada en la provincia Oropeza, departamento de Chuquisaca, el instrumento de recopilación de datos se fue la ficha técnica, así mismo tuvo como resultado que la combinación del estabilizante DS-328 al 5% con el suelo de mala calidad mejora sus propiedades geo mecánicas logrando alcanzar un CBR de 18.5% sin afectar el medio ambiente del camino agrícola de estudio y finalmente concluyo que debido a las ventajas que aporta el estabilizante DS-328, el material empleado en el mejoramiento de la vía será el mismo (reciclado) que integra la capa de rodadura.

En la investigación como antecedente internacional según Alzate (2019), cuyo objetivo fue evaluar el cemento como aditivo estabilizante en la capa de subrasante para la vía Llano Grande, jurisdicción del municipio de Pereira-Risaralda, es de tipo exploratorio-experimental, el nivel es explicativa, considerando como población cuatro metros de ancho de calzada y un largo de novecientos treinta metros y su muestra de subrasante fue cada 200 metros, los instrumentos de recopilación de datos empleados fueron las fichas técnicas , asimismo se tuvo como resultado que se obtuvo una mejora de más del cien por ciento en los cuatro estratos trabajados, agregando el 13 % de cemento, con un contenido de humedad de 45 % para el Sondeo 2 (k0+400) a una profundidad de 0.25 m hasta 1.50 m y finalmente se concluyó que dependiendo de la resistencia necesaria, se deja una carta de correlación para los estratos de estudio, donde se puede apreciar el porcentaje de cemento y la resistencia a la compresión esperada, se aprecia un aumento de manera lineal.

In the scientific article as antecedent according to Muños, Quintero, Pérez (2017), whose objective was to evaluate the effect of three doses of tuna mucilage, on the activity of the enzymes of the carbon cycle, in two soils with sandy and clayey texture, whose research is of experimental design and its sample of clay soil was collected in the Bajío experimental Field, in Celaya, Guanajuato, the data collection instrument used was the technical data sheet, likewise it had as a result that the application of tuna mucilage influenced an increase in the activity of the enzymes, both in the sandy soil and in the clay soil and finally it was concluded that increase

was more noticeable in the treatments with a higher mucilage dose , so there is a clear influence of the polysaccharides provided by the mucilage.

In the research as background according to Nieto, Tello (2019), whose objective was to design a masonry unit of adobe stabilized with mucilage of tuna penca in order to prolong the useful life of the popular houses, whose research is of experimental design and 2 soil samples were taken from different places of the district of Huarochirí, the data collection instrument was the formats of the trials, likewise it resulted that the viscosity and density of the mucilage of penca de tuna have an inversely proportional relationship, since the higher the viscosity lower its density and finally it was concluded that in the doses of 18% and 20.5% of mucilage of tuna penca , higher compression resistance was obtained, 25.20 kg/cm² and 23.30 kg/cm² respectively.

In the research as background according to Chaca, Choquecahua (2019), whose objective was to explain the resistance of the sub-level when implementing the tuna penca mucilage for the stabilization of clayey sandy soils, whose research is of applied type, quasi-experimental design and its sample was the clay soil where water was replaced by tuna penca mucilage, the data collection instrument was the technical data sheet, likewise it resulted in that the optimal moisture content using 100% of tuna penca mucilage to achieve the stabilization of the suitable clayey sandy soil is what is 5.9% and finally it was concluded that the resistance of the sub-level when implementing the tuna penca mucilage obtaining that , if it stabilizes the clayey sandy soil, therefore, the soil is acceptable to be used as a sub-level.

En el artículo científico como antecedente según Goñas (2020) cuyo objetivo fue evaluar los suelos estabilizados con cenizas de carbón reciclados de la industria ladrillera, ubicada en el distrito de Chachapoyas, buscando mejorar las propiedades físicas a nivel de subrasante en la avenida 17 de Octubre, cuya investigación es de diseño experimental y su muestra fueron las cuadras 7 y 8 de calle las Lomas, los instrumentos de recopilación de datos empleados fueron las fichas técnicas de ensayos de laboratorio, así mismo tuvo como resultado que el CBR presento un incremento de 8.2 al adicionarle el 25% de cenizas de carbón, el cual representa

un incremento de 119.58% en relación al CBR del suelo sin cenizas de carbón, para un tipo de suelo OH, se concluyó que la adición de las cenizas de carbón mejora considerablemente las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante y de los suelos OH y CH, pero no logra alcanzar los valores necesarios para ser utilizadas como material adecuado como subrasante.

En el artículo científico como antecedente según Linares, Aguilar, Rojas (2020), en el cual tuvo como objetivo fue definir la influencia de la adición de bolsas de polietileno fundido para la estabilización de suelos arcillosos en subrasante, cuyo diseño de la es experimental y su muestra fue extraída de la avenida 16 de Octubre, ciudad de Chachapoyas, los instrumentos de recopilación de datos empleados fueron los programa Microsoft Excel, Microsoft word, fichas técnicas, así mismo tuvo como resultado que el índice de plasticidad decrece de 15.65% hasta 7.78% adicionando el 4% de bolsas de polietileno fundido, respecto a las propiedades mecánicas se determinó que la máxima densidad seca incrementa, en tanto que el óptimo contenido de humedad decrece en relación al incremento de los porcentajes de bolsas de polietileno fundido y el CBR incrementa de 6% a 7.9% y finalmente se concluyó que se logró mejorar las propiedades del suelo en evaluación ya que al adicionar 12% de bolsas de polietileno fundido el CBR es mayor que 6%.

En el artículo científico como antecedente según Alarcón, Jiménez, Benítez (2020), cuyo objetivo fue analizar la posibilidad de usar lodo aceitoso como agente estabilizante de suelos de subrasante, pretendiendo mejorar las propiedades de resistencia y plasticidad, cuya investigación es de diseño experimental y su muestra extraída fue suelo de la región de Tunja, un suelo arcilloso de subrasante, así mismo tuvo como resultado que el porcentaje adecuado de lodo aceitoso indicado para estabilizar un suelo compuesto por material granular, es 7%, mediante el cual se incrementa el módulo resiliente de orden al 40%, con respecto al módulo resiliente del material granular no tratado y finalmente se concluyó que el porcentaje recomendado es el 4% de lodo aceitoso, con el cual se logró un incremento en la resistencia del 37% respecto a la muestra patrón.

Con respecto a los enfoques conceptuales, el mucilago de tuna es un componente viscoso llamado hidrocoloide, conformado por carbohidratos de alto peso molecular, comprende polímeros orgánicos naturales (amilasa y amil pectina), la amilasa permite formar capas delgadas que al estar secas muestran alta dureza³. Así mismo el mucilago de tuna en solución viscosa, el cual mejora las características de cohesión, este efecto se ha utilizado desde la antigüedad, en el rubro de la construcción, una de sus ventajas es que, al encontrarse el mucílago en bajas proporciones de dilución, no hay problemas en el transcurso de su incorporación a la mezcla de materiales para la obtención de elementos⁴. De igual forma el mucilago de tuna es una solución líquida que tiene características viscosas, que se produce a través de la extracción de mucilagos de sustancias vegetales (pencas de tuna) en presencia de agua, los mucilagos se descomponen y presentan una disminución en su viscosidad y no es recomendable producir en cantidades mayores a las que son necesarias⁵.



Figura 1: Mucilago de tuna.

³ (OROSCO, 2017 pág. 12)

⁴ (ARANDA, 2014 pág. 1)

⁵ (GALLARDO cabrera, 2013 pág. 12)

La viscosidad es una de las características principales del mucílago, sobre el cual se proyecta la aplicación como aditivo alimenticio, adhesivo de pintura, aditivo en bloques de adobe y recubrimiento de mucosa gástrica ulcerada, entre otros, la viscosidad cinemática varía proporcionalmente con el incremento de la concentración e inversamente con las temperaturas. Por lo anterior y por la magnitud del valor máximo de viscosidad, este mucílago es un material prometedor para diversas aplicaciones⁶. Así mismo la viscosidad de un fluido es la fricción interna, en relación a los líquidos, la viscosidad se da debido a las fuerzas de cohesión de corto alcance y a los choques entre las moléculas⁷. De igual forma la viscosidad representa la resistencia al movimiento de los fluidos, se encuentra permanentemente presente en menor o mayor medida, en fluidos compresibles e incompresibles, con respecto a los fluidos perfectos el efecto en estos es muy pequeño y no se considera, al contrario que en el caso de los fluidos reales su efecto es indispensable y no es factible despreciarlo⁸.

La subrasante es la superficie a nivel de corte y relleno en una carretera, este cumple la función de soporte de la estructura del pavimento a construir, debe estar compuesta por un suelo de características físicas y mecánicas adecuadas, lo cual es importante para determinar el posterior diseño del pavimento, los materiales que componen esta superficie a una profundidad no menor de 0.60 metros, deberá contar con un CBR mayor o igual a 6%, si este es menor, se deberá realizar la estabilización según las características del suelo⁹. De igual forma la subrasante es la plataforma natural, expuesta al medio ambiente, despejada de vegetación y compactado en el que se establece los componentes estructurales. El material que compone la subrasante puede ser granular como seleccionados, compactado, empedrados, producto de cortes y extracciones de canteras. Así mismo la subrasante debe tener la capacidad de resistir las deformaciones y esfuerzos a raíz del tránsito de vehículos y la exposición a factores climáticos, aportando un valor de soporte requerido en la estructura del pavimento ya sea rígido o flexible, de tal manera que controle las deflexiones a los valores tolerables.

⁶ (ACTA UNIVERSITARIA, 2016 pág. 3)

⁷ (JIMENEZ Carballo, 2010 pág. 6)

⁸ (MAERTIN Domingo, 2014 pág. 8)

⁹ (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2016 pág. 8)

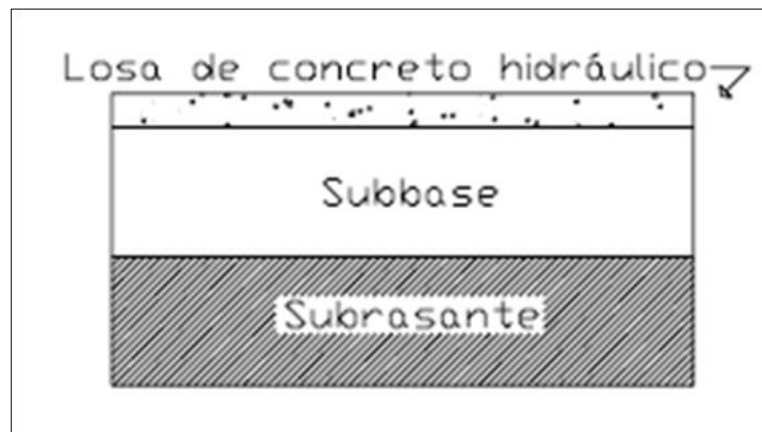


Figura 2: Estructura de un pavimento rígido

La estabilización es el medio por el cual los suelos de capacidad inadecuada son mejorados en base a procedimientos y están vulnerables a variaciones volumétricas, son procesados por equipos mecánicos o medios químicos para buscar la mejora de sus propiedades, asimismo nos indica que gracias a la estabilización, podemos obtener un material de calidad que pueda estar apto para el soporte de las condiciones adversas tanto del clima, el tránsito así mismo controlar la expansión, disminuir la plasticidad, para incrementar la resistencia, como también la disminución de la compresibilidad, mejorar la permeabilidad y contrarrestar la erosión¹⁰.

El Índice de plasticidad establece el campo plástico de un suelo y determina el porcentaje de humedad que deben contener los suelos arcillosos para permanecer en estado plástico, este valor hace posible establecer los parámetros de asentamiento de un suelo arcilloso y su expansibilidad. De igual forma el índice de plasticidad del suelo es ampliamente empleado, con otras propiedades de suelo, como la compresibilidad, compactibilidad, resistencia al corte, contracción-expansión y permeabilidad, de igual forma se define al índice de plasticidad en un suelo como la resta entre el límite líquido y límite plástico del suelo¹¹. Así mismo la plasticidad es definida como la disposición de un suelo a ser deformado, los suelos arcillosos en estado húmedo son plásticos, los limos no son completamente

¹⁰ (JUNCO, 2006 pág. 69)

¹¹ (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2016 pág. 72)

plásticos y se vuelven menos resistentes en estado seco ,también se observa que existen arcillas altamente plásticas y otras de baja plasticidad¹².

Tabla 1: *Clasificación de suelos según el índice de Plasticidad*

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos
IP = 0	No Plástico	suelos sin arcilla

Fuente: Manual de ensayos de materiales- Norma MTC E 111

La densidad seca máxima es definida como el vínculo en relación al contenido de humedad óptimo y su densidad al ser expuesto a una modificación por trabajo mecánico, así mismo el contenido de humedad óptimo, es el contenido de agua al cual la muestra de suelo es compactado, empleando un esfuerzo de compactación modificado, de igual forma la compactación es el proceso de estabilización mecánica, cuyo objetivo principal es incrementar la densidad del suelo, mediante el incremento de la aproximación de sus partículas, lo cual se logra con una reducción del índice de vacíos¹³.

El ensayo de compactación Proctor consiste en compactar una muestra determinada de suelo en un cilindro metálico, lográndose modificar la humedad para conseguir la curva que correlaciona la humedad óptima y la densidad seca máxima a una determinada energía de compactación, y en el cual el punto más elevado de la curva es en relación a la humedad óptima en abscisas y a la densidad seca máxima en ordenadas.

La capacidad de soporte es la máxima presión, que soporta un suelo bajo las cargas del tráfico, sin que no se produzca una falla por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo ¹⁴. Así mismo la capacidad de soporte es una de

¹² (LABORATORIO DE SUELOS I, 2011 pág. 2)

¹³ (CHIRINOS Quispe, 2016 pág. 24)

¹⁴ (CEDEÑO, 2011 pág. 11)

las propiedades determinantes de los suelos, en el caso de suelos que componen una subrasante requiere como mínimo un CBR de 30% – 40%. De igual forma respecto a la capacidad de soporte se cuenta con diversos métodos para calcular esta resistencia, como por ejemplo los ensayos triaxiales y corte directo, teniendo en cuenta que el ensayo más empleado para calcular esta resistencia es el ensayo CBR (California Bearing Ratio)¹⁵.

Tabla 2: *Categorías de Subrasante según el CBR*

Categorías de Subrasante	CBR
S0 : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2 : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3 : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4 : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5 : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración Propia

¹⁵ (QUISPE Chuquillanqui, 2020 pág. 11)

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación: Respecto a la investigación aplicada, esta procede a dar soluciones prácticas en las situaciones que amerita en base al conocimiento adquirido del problema para lograr controlarlas en situaciones de vida cotidiana, tiene como fin la aplicación inmediata de los conocimientos obtenidos¹⁶.

El tipo de investigación en nuestro estudio es aplicada, porque en el transcurso de la ejecución de la investigación se hizo el uso de conceptos y teorías existentes.

Diseño de Investigación: En relación al diseño experimental, en este se manipula de modo intencional, una o más variables independientes para examinar las consecuencias en las variables dependientes, así mismo en relación a los diseños cuasiexperimentales estos manipulan, al menos una variable independiente para evaluar su relación y efecto con una o más variables dependientes¹⁷.

El diseño de investigación en nuestro estudio es experimental - cuasiexperimental puesto que se manipula de modo intencional las variables independientes (propiedades de la subrasante), mediante la adición de la variable dependiente (mucilago de tuna).

3.2. Variables y operacionalización

Las variables son una cualidad, característica, cantidad o magnitud, que puede llegar a sufrir cambios, el cual es objeto de medición, análisis, control o manipulación en una investigación¹⁸. De igual forma una variable es una cualidad del cual el contenido puede cambiar y cuya variación es capaz de medirse y observarse de manera directa o indirecta¹⁹.

¹⁶ (CARRASCO, 2012 pág. 13)

¹⁷ (HERNANDEZ, 2012 pág. 33)

¹⁸ (ARIAS, 2006 pág. 57)

¹⁹ (BORJA, 2012 pág. 23)

De igual manera la operacionalización es definida como un proceso que se da inicialmente determinando las variables en relación a los factores medibles a los cuales se les define como indicadores, en este proceso se obliga a elaborar una definición conceptual de las variables para eliminar el concepto difuso que esta contempla y así otorgarle un sentido concreto dentro en la investigación, posteriormente se procesa a determinar la definición operacional para delimitar los indicadores que ayuden a realizar la medición de forma cuantitativa y empírica, al igual que cualitativamente²⁰.

Por lo cual se determinó que las variables de la investigación son:

Variable independiente (cuantitativa): mucilago de tuna.

Variable dependiente (cuantitativa): propiedades de la subrasante.

3.3. Población, muestra, muestreo

La población se define como el conjunto total de objetos, medidas o individuos que presentan características comunes apreciables en un momento y lugar determinado, al llevarse a cabo una investigación se debe tener en cuenta algunas características principales al seleccionar la población mediante un estudio determinado²¹.

En la presente investigación se consideró como población a la subrasante que compone la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, la cual cuenta con una extensión de 350 metros lineales.

²⁰ (FERRER, 2010 pág. 15)

²¹ (WIGODSKI, 2010 pág. 12)

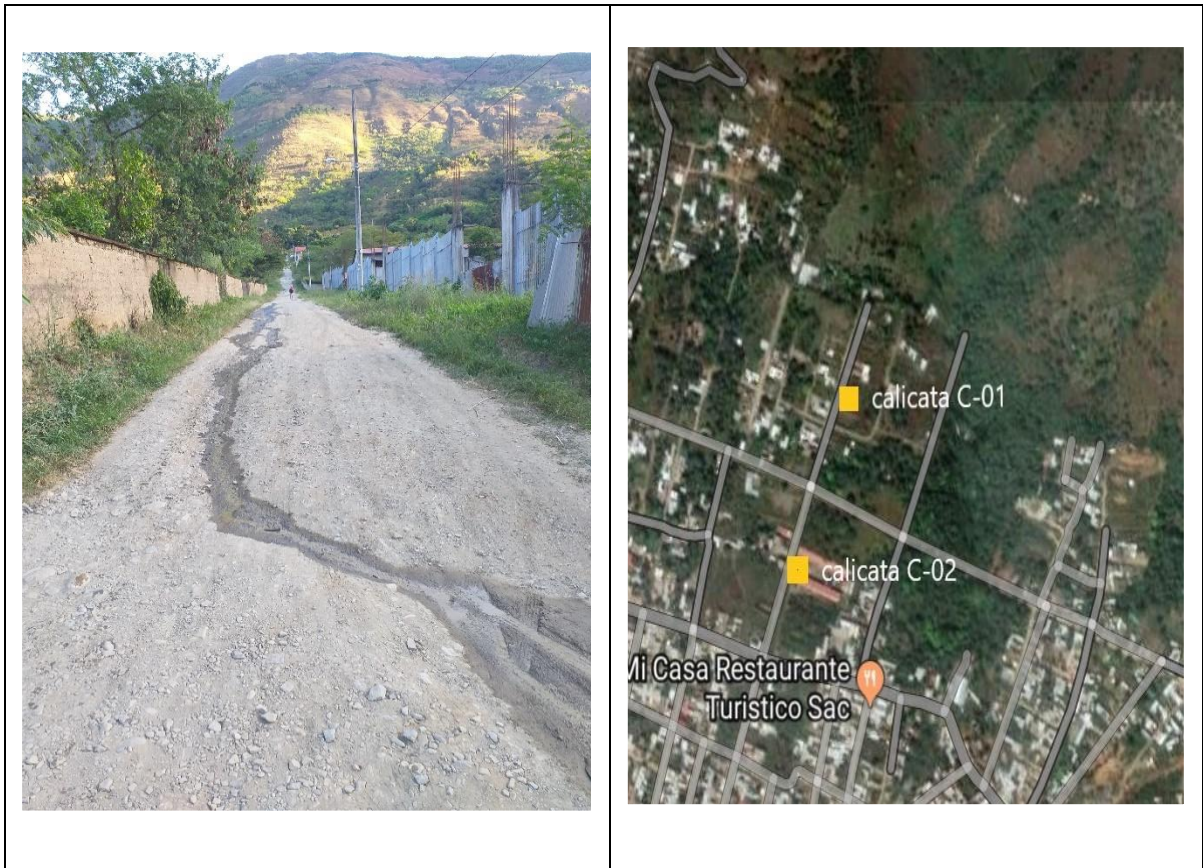


Figura 3: Ubicación de la calle Nieto Miranda.

La muestra se define como un subgrupo de la población a evaluar, sobre el que se propone recolectar datos, y el cual tiene que delimitarse y definirse anteriormente de manera precisa, para lo cual debe ser representativo de la población, por lo cual se propone que los resultados obtenidos en la muestra se generalicen a la población²².

De igual manera se consideró como muestra a la subrasante que componen la calle Nieto Miranda, la extracción de las muestras se realizó mediante la ejecución de dos pozos de exploración (calicatas) a una profundidad de 1.5 metros, de acuerdo a lo establecido en la norma técnica CE 010 de pavimentos urbanos.

El muestreo se define como el método empleado para elegir a los componentes de la muestra del total de la población, este consiste en un conjunto

²² (HERNANDEZ sampieri, 2014 pág. 170)

de procedimientos, criterios y reglas por los cuales se elige un grupo de elementos de una población los cuales representan lo que sucede en toda la población a evaluar²³.

El muestreo no probabilístico, también denominadas muestras dirigidas, se realizan mediante un proceso de selección dirigido por las características del estudio, más que por los criterios estadísticos de generalización, son utilizados en diversas investigaciones cualitativas y cuantitativas.

El muestreo realizado en la presente investigación fue no probabilístico, puesto que la extracción de la muestra se realizó, teniendo en cuenta las características que se apreciaron en cada capa o estrato del suelo, como también la profundidad en la que se encontraron.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de datos se define como el medio por el cual el investigador se relaciona con las variables de interés para determinar la información que se necesita para lograr alcanzar los objetivos propuestos en la investigación, como por ejemplo la observación, esta técnica de recolección de datos consiste en el registro válido, confiable y sistemático de situaciones y comportamientos observables, mediante un conjunto de categorías y subcategorías²⁴.

Los instrumentos de recolección de datos se consideran como los recursos que emplea el investigador para apuntar datos o información relacionadas a las variables planteadas en la investigación²⁵.

La técnica de recolección de datos ejecutada en la investigación fue la observación, porque durante el transcurso de los ensayos de laboratorio que se realizaron se tuvo que observar el comportamiento de las muestras antes y después de la adición del mucilago de tuna.

²³ (LUIZ lopez, 2004 pág. 5)

²⁴ (HERNANDEZ sampieri, 2014 pág. 210)

²⁵ (HERNANDEZ sampieri, 2014 pág. 199)

Así mismo el instrumento de recolección de datos utilizado en la presente investigación fueron las guías de observación y fichas técnicas de los ensayos a ejecutar.

3.5. Procedimientos

Se realizó la obtención de información relevante sobre el mucilago de tuna, mediante la maceración y posterior ejecución del ensayo de viscosidad, así mismo se realizó el reconocimiento del terreno, exploración de campo donde serán los estudios, ensayos en laboratorio y evaluación de los resultados.



Figura 4: Ejecución de calicatas.

3.6. Método de análisis de datos

En la investigación se emplearon las plantillas Excel, para procesar los resultados de los ensayos de caracterización, ensayo de viscosidad, contenido de humedad, granulometría, límite líquido, límite plástico, proctor modificado y CBR, según lo

indicado en la Norma Técnica Peruana para determinar las propiedades de la subrasante.

3.7. Aspectos éticos

En la presente investigación se tuvo en cuenta la norma ISO 690-2 y la guía de elaboración de tesis y el sistema turnitin, los cuales nos permitieron citar de manera adecuada, siempre respetando los derechos de autores y valores éticos de los textos obtenidos a partir de los artículos científicos libros, sitios web, tesis, normas y revistas empleadas.

IV.RESULTADOS

Ubicación de la zona de estudio.

Nombre de la tesis.

“Incorporación del mucilago de tuna para mejorar las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021”

Ubicación.

La calle Nieto Miranda se encuentra ubicada en la ciudad de Quillabamba la cual es capital del distrito de Santa Ana y a la vez de la provincia de La Convención ubicada en el departamento del Cuzco, se ubica a 1 050 msnm.

Ubicación geográfica

Departamento: Cusco

Provincia: La Convención

Distrito: Santa Ana

Ciudad: Quillabamba

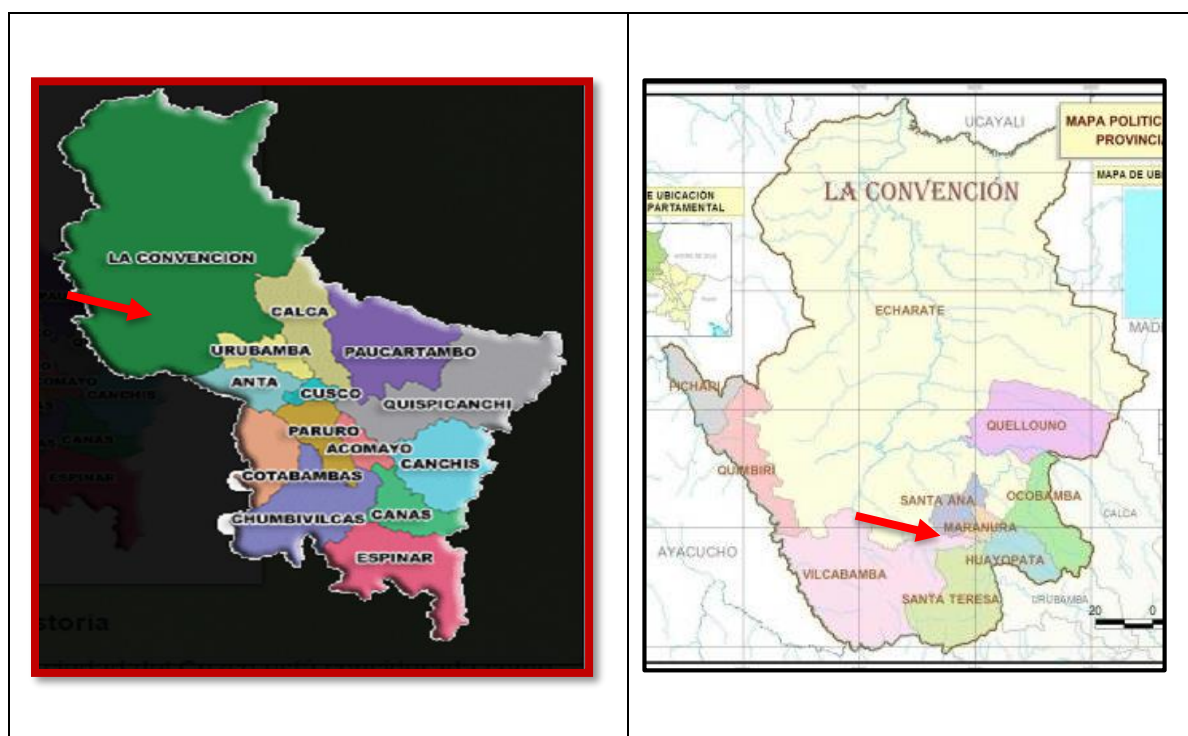


Figura 5: Ubicación de la ciudad de Quillabamba.

Vías de acceso

Para llegar a la Jurisdicción de la calle Nieto Miranda, se emplean las siguientes rutas de acceso:

Tabla 3: *Vías de acceso a la calle Nieto Miranda*

DE	A	VIA	DISTANCIA (Km)	ESTADO	TIEMPO DE VIAJE
Cusco	Quillabamba	Asfaltado	215 Km	Bueno	300 min.
Quillabamba	calle Nieto Miranda	Afirmado	1 Km	Bueno	4 min.

Fuente: Elaboración Propia

Clima

Está caracterizado por un clima que alcanza una Temperatura Media Mensual de 23,6°C, siendo los meses más calurosos octubre, noviembre y diciembre en el que dicha temperatura llega hasta los 30,8°C

En términos generales el Distrito de Santa Ana recibe una apreciable cantidad de lluvia, considerándose como uno de las zonas más lluviosa de la región, se estima una precipitación promedio mensual está sobre los 200 mm; sin embargo, la gran variación topográfica de la provincia de la Convención y su ubicación hacen que se presenten zonas secas y otras muy húmedas; así se tiene que la zona más lluviosa se encuentra en la zona del Valle del río Vilcanota, donde se registran precipitaciones de hasta 300 mm.

Resultados de laboratorio

Con respecto al porcentaje de humedad natural en las muestras de suelo extraídas de las calicatas C-01 y C-02, realizadas en el ámbito de la calle Nieto Miranda, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4: Resumen de resultados, porcentaje humedad natural.

contenido de humedad promedio (C-01)	15.65%
contenido de humedad promedio (C-02)	15.11%

Fuente: Elaboración Propia

La humedad promedio del suelo en la calicata (C-01) es 15.65%.

La humedad promedio del suelo en la calicata (C-02) es 15.115%.

En la tabla 4 se observa que la muestra de suelo de la calicata C-01 presenta mayor humedad en comparación al suelo de la calicata C-02.

Con respecto a la clasificación de los suelos en las calicatas C-01 y C-02 se realizó el ensayo de granulometría y de obtuvo los siguientes resultados.

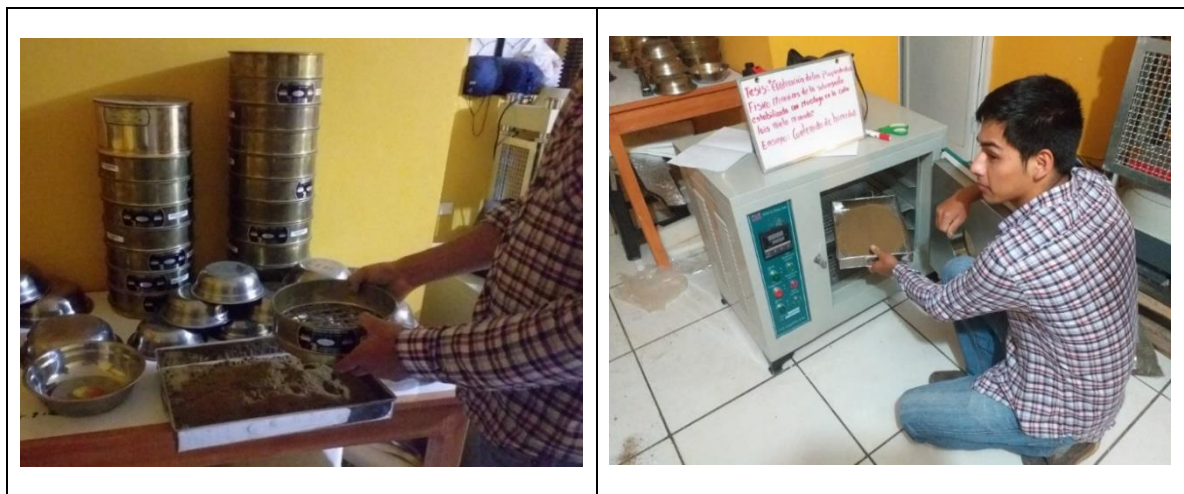


Figura 6: Ensayo de granulometría.

Tabla 5: Resultado de la clasificación de suelos según SUCS.

CALICATA	CLASIFICACION SEGÚN S.U.C.S	
C-01	ML	LIMO ARCILLOSO
C-02	CL	ARCILLA ARENOSA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6: *Resultado de la clasificación de suelos según AASHTO.*

CALICATA	CLASIFICACION SEGÚN A.A.S.H.T.O.	
C-01	A-6	SUELO ARCILLOSO
C-02	A-2-6	GRAVA Y ARENA ARCILLOSA

Fuente: Elaboración Propia.

- En la tabla 5 se observa la clasificación de las muestras de suelo según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), en la cual se detalla que en la calicata C-01 se tiene un suelo limo arcilloso (ML), el cual es un material que no cuenta con las características adecuadas para una subrasante y en la calicata C-02 se tiene un suelo arcilla arenoso (CL).

- En la tabla 6 se detalla la clasificación de las muestras de suelo según la asociación americana de funcionarios del transporte y carreteras estatales (AASHTO), en la cual se determina que las muestras de suelo en la calicata C-01 pertenecen al grupo A-6, los cuales están compuestos por suelos arcillosos y en la calicata C-02 pertenecen al grupo A-2-6 los cuales son suelos compuestos por grava y arcilla limosa.

Con respecto al primer objetivo específico se determinó el efecto del mucilago de tuna en el índice de plasticidad de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, mediante el ensayo de límite líquido y límite plástico.



Figura 7: Ensayo de limite líquido y limite plástico.

Tabla 7: Resumen de resultados, Índice de Plasticidad.

		limite liquido	limite plastico	I.P.
calicata C-01	0% DE MUCILAGO	36.77%	24.78%	11.99%
	1.5% DE MUCILAGO	36.93%	24.89%	12.03%
	3% DE MUCILAGO	37.01%	25.00%	12.01%
	4.5% DE MUCILAGO	37.05%	25.07%	11.98%

Fuente: Elaboración Propia

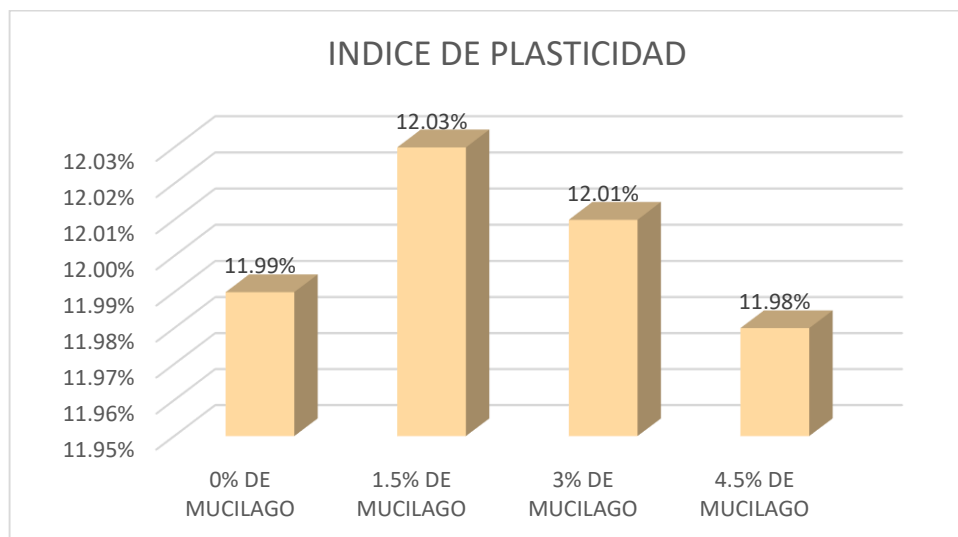


Figura 8: Índice de plasticidad calicata, C-01.

- En la tabla 7 se observa los resultados obtenidos de los ensayos límite líquido y límite plástico, de los cuales se obtuvo los resultados del índice de plasticidad en la calicata C-01, los cuales son: 11.99%, 12.03%, 12.01% y 11.98%, en relación a la adición de mucilago de tuna en los porcentajes: 0%, 1.5%, 3% y 4.5%.

- En la figura 6 se observa que al incrementar el porcentaje de mucilago de tuna en las muestras extraídas en la calicata C-1, el índice de plasticidad disminuye correlativamente.

Con respecto al segundo objetivo específico se determinó el efecto del mucilago de tuna en la densidad seca máxima y humedad óptima de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, mediante el ensayo proctor modificado.



Figura 9: Ensayo proctor modificado.

Tabla 8: Resumen de resultados de la densidad seca máxima y humedad óptima.

		DENSIDAD SECA MAXIMA (KG/M3)	HUMEDAD OPTIMA (%)
calicata C-01	0% DE MUCILAGO	1.728	8.03
	1.5% DE MUCILAGO	1.743	8.12
	3% DE MUCILAGO	1.749	8.17
	4.5% DE MUCILAGO	1.746	8.15

Fuente: Elaboración Propia

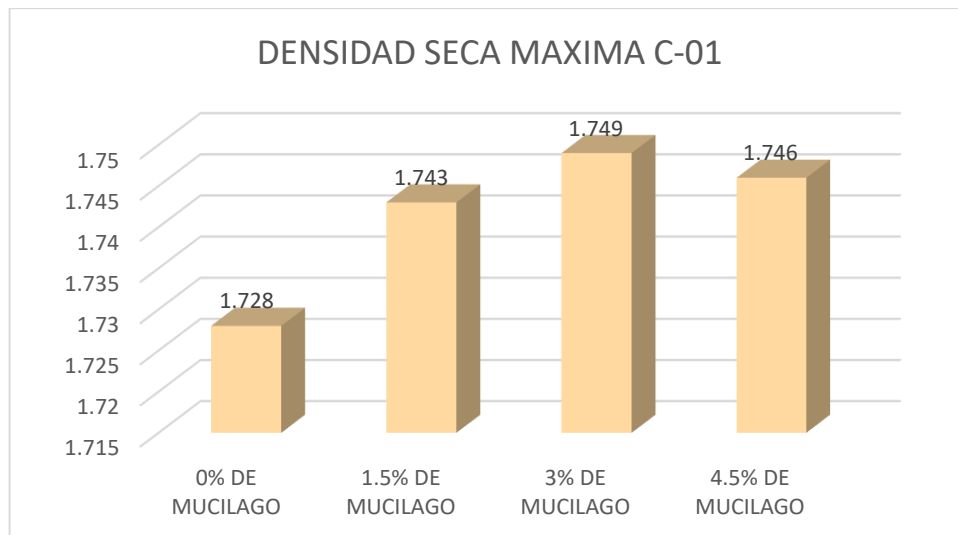


Figura 10: Densidad seca máxima, C-01.

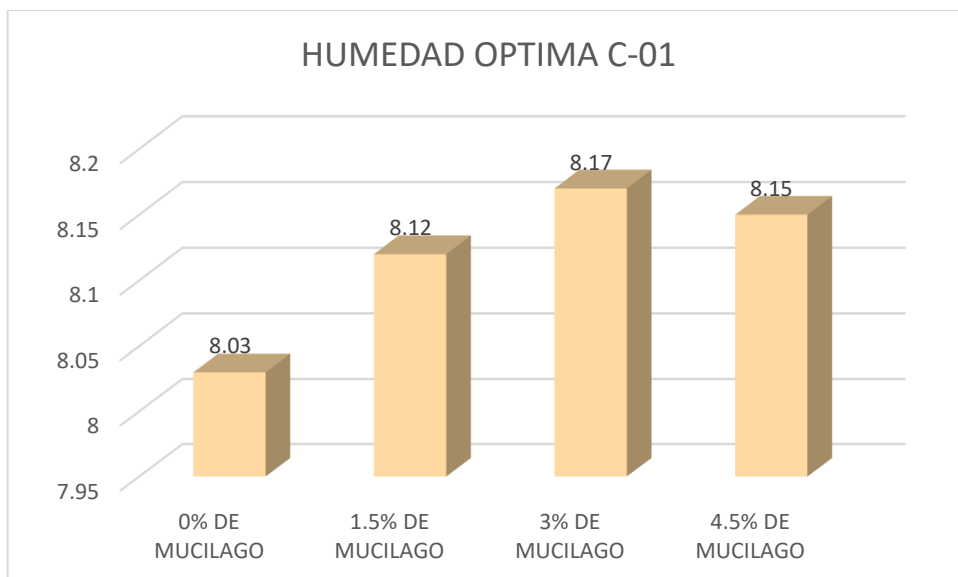


Figura 11: Humedad óptima, C-01.

- En la tabla 8 se observa los resultados obtenidos del ensayo proctor modificado, en la cual se aprecia que el suelo natural de la calicata C-01 presenta una densidad seca máxima de 1.728 kg/m³, y va incrementando en relación al porcentaje de mucilago de tuna añadido, logrando alcanzar 1.749 kg/m³ al 3% de mucilago de tuna añadido, pero decrece ligeramente a 1.746 kg/m³ a partir de la adición del 4.5% de mucilago de tuna.

- El suelo natural de la calicata C-01 presenta una humedad optima de 8.3% y va incrementando a medida que el porcentaje de mucilago de tuna añadido incrementa, pero disminuye a partir de la adición del 4.5% a más de mucilago de tuna.

Con respecto al tercer objetivo específico se determinó el efecto del mucilago de tuna en la capacidad de soporte de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, mediante el ensayo de CBR.



Figura 12: Ensayo CBR.

Tabla 9: CBR, al 95% de la MDS (C-01)

		CBR AL 95% DE MDS
calicata C-01	0% DE MUCILAGO	4.4%
	1.5% DE MUCILAGO	5.8%
	3% DE MUCILAGO	7.2%
	4.5% DE MUCILAGO	5.6%

Fuente: Elaboración Propia

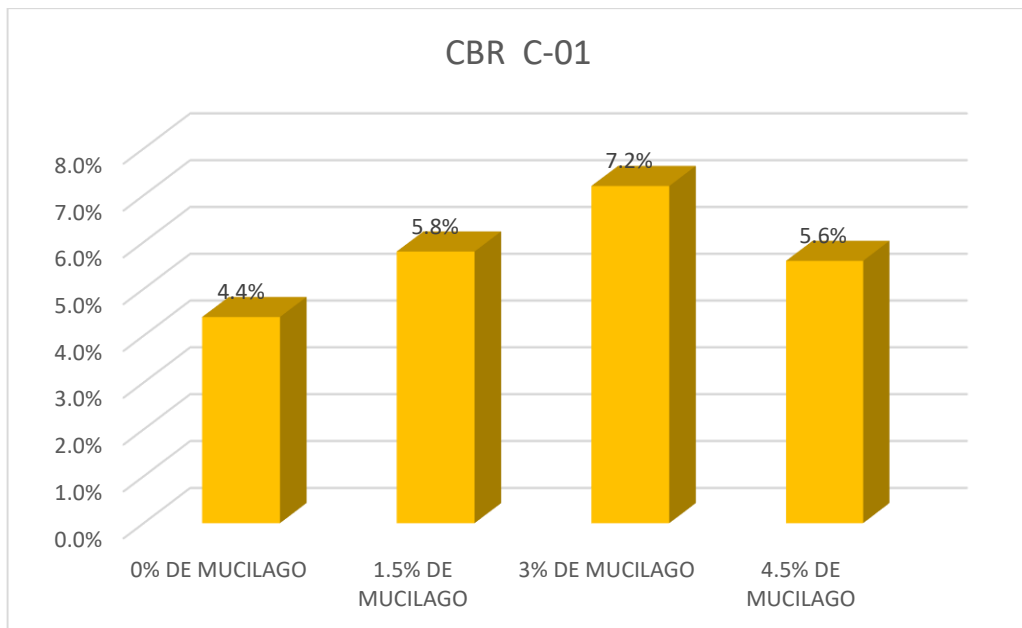


Figura 13: CBR, al 95% de la MDS (C-01).

- En la tabla 9 se observa los resultados obtenidos del ensayo CBR, en la cual constata que la muestra de suelo natural de la calicata C-01 presenta 4.4% al 95% MDS y de igual forma podemos apreciar que el CBR va incrementando en relación al porcentaje de mucilago añadido, al adicionar el 3% de mucilago de tuna alcanza el 7.2% al 95% MDS, pero empieza a disminuir a partir de la adición del 4.5% de mucilago de tuna alcanzando un valor de 5.6% al 95% MDS.

V. DISCUSIÓN

En relación al índice de plasticidad de acuerdo a mi investigación se obtuvieron los siguientes resultados, para la muestra de suelo natural y los porcentajes de mucilago de tuna de 1.5%, 3% y 4.5%, en relación al peso de la muestra, se obtuvo un índice de plasticidad de 11.99%, 12.03%, 12.01% y 11.98% respectivamente, coincide en comparación a los resultados de Mendizabal (2018), el cual determino que adicionando el 0%, 25%, 50% y 75% de mucilago de penca de tuna en relación al contenido de agua en la muestra, el índice de plasticidad disminuyo 22.78%, 19.41%, 18.28% y 18.12% respectivamente al porcentaje de mucilago de penca de tuna adicionado. Concluyendo que a mayor porcentaje de mucilago de tuna añadido disminuye el índice de plasticidad.

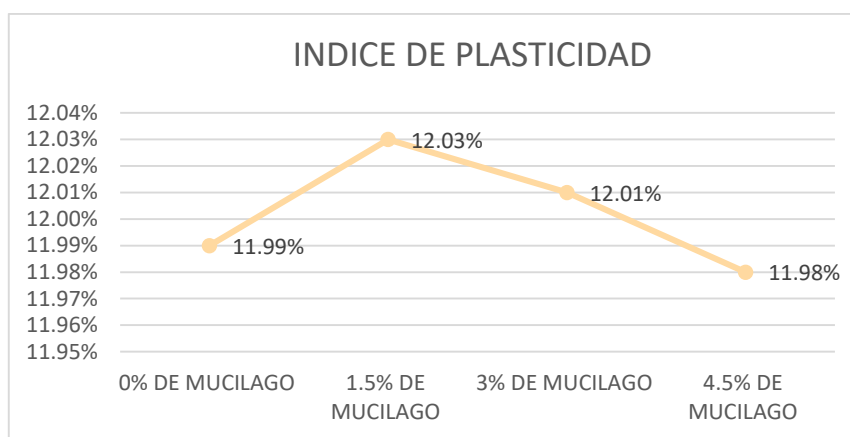


Figura 14: Índice de plasticidad

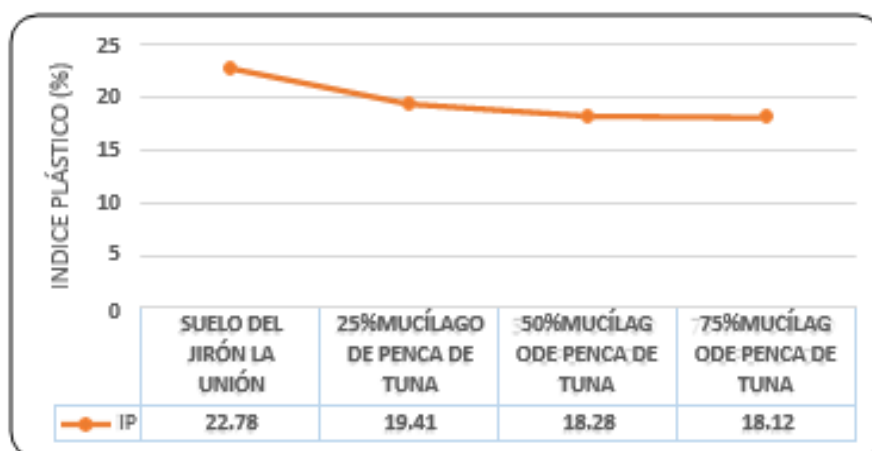


Figura 15: Índice de plasticidad Mendizabal (2018)

De igual manera en relación a la densidad seca máxima y humedad optima de la subrasante estabilizada de acuerdo a mi investigación se determinó que la densidad seca máxima va incrementando en relación al porcentaje de mucilago de tuna añadido, logrando alcanzar 1.749 kg/m³ al 3% de mucilago de tuna añadido, pero decrece ligeramente a 1.746 kg/m³ a partir de la adición del 4.5% de mucilago de tuna y así mismo la humedad optima va incrementando en relación al porcentaje de mucilago de tuna añadido, pero disminuye a partir de la adición del 4.5%, por lo tal coincide en comparación a los resultados de Mendizabal (2018), el cual determino en su investigación que el contenido óptimo de humedad incrementa a mayor adición de mucílago 13.7%, 14.0%, 14.2% y 14.85% respectivamente y de igual forma la máxima densidad seca incrementa 1.846 gr/cm³, 1.85 gr/cm³, 1.854 gr/cm³ y 1.86 gr/cm³ respectivamente, concluyendo que la adición de mucilago de tuna incrementa la densidad seca máxima y humedad optima

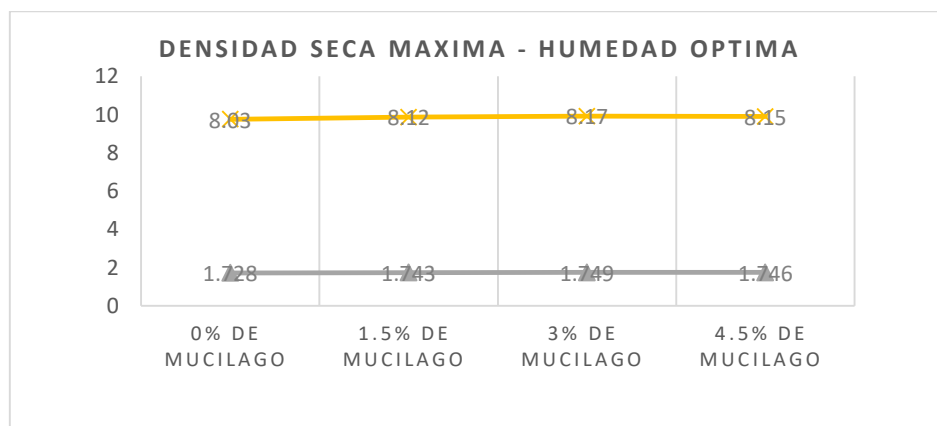


Figura 16: Densidad seca máxima – humedad optima

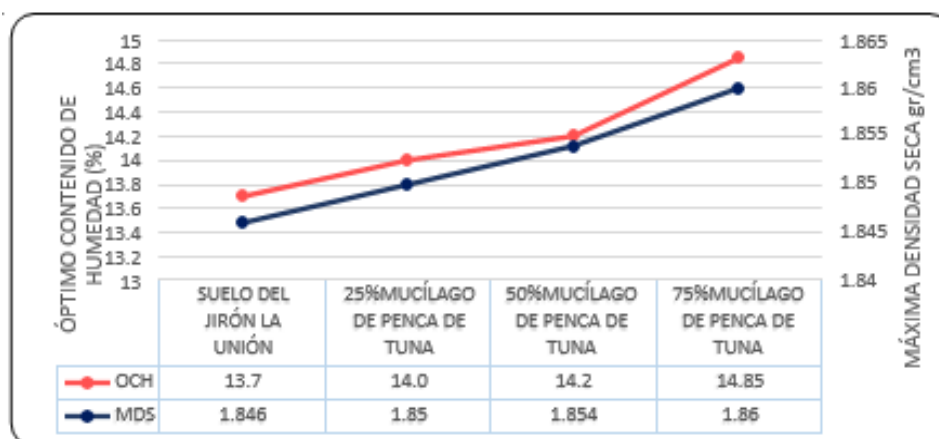


Figura 17: Densidad seca máxima – humedad optima Mendizabal (2018)

Así mismo en relación a la capacidad de soporte de la subrasante estabilizada de acuerdo a mi investigación se determinó que el CBR va incrementando en relación al porcentaje de mucilago añadido, al adicionar el 3% de mucilago de tuna alcanza el 7.2% al 95% MDS, pero empieza a disminuir a partir de la adición del 4.5% de mucilago de tuna alcanzando un valor de 5.6% al 95% MDS por lo tal coincide en comparación a los resultados de Mendizabal (2018), el cual determino en su investigación que el CBR incrementa 5.7%, 7.6%, 9.4% y 12.8 % correlativamente al porcentaje de mucilago de tuna añadido, concluyendo que la adición de mucilago de tuna mejora la capacidad de soporte.

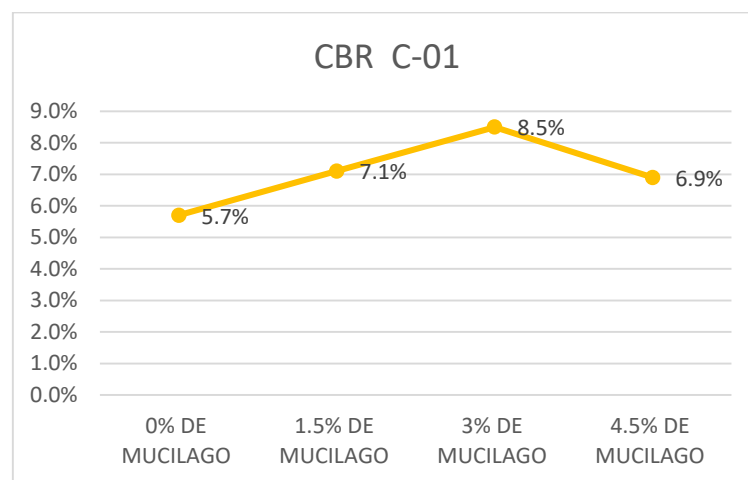


Figura 18: CBR, al 95% y 100% de la DSM

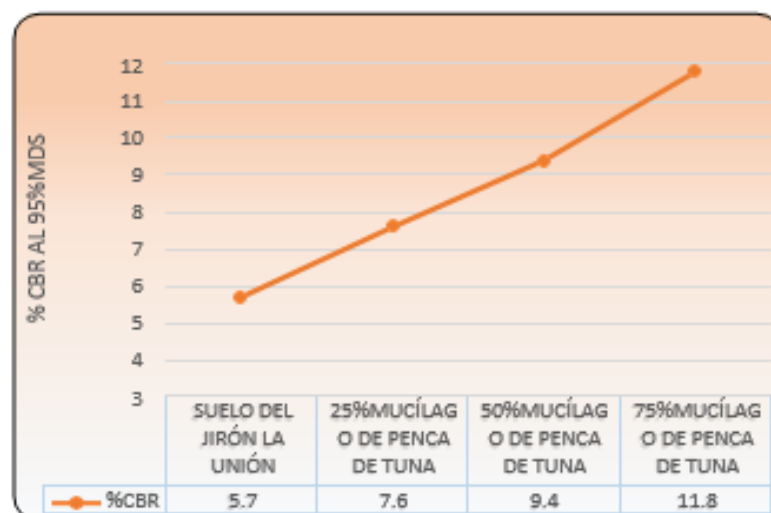


Figura 19: CBR, al 95% de la MDS Mendizábal (2018)

De igual forma en relación a la capacidad de soporte de la subrasante estabilizada de acuerdo a mi investigación se determinó que el CBR alcanza el 7.2% al 95% MDS al adicionar el 3% de mucilago de tuna, por lo cual coincide en comparación a los resultados de Waldir (2020) el cual determino en su investigación que al incrementar el cloruro de sodio en las proporciones de 3%, 7% y 11% modifica de forma positiva las propiedades físicas y mecánicas, mejorando la resistencia de la subrasante, mejorando el valor del CBR hasta un 15.5%, concluyendo que a mayor cantidad de cloruro de sodio y mucilago de tuna, mejora las características físicas y mecánicas de la sub rasante estabilizada.

Así mismo en relación a la capacidad de soporte de la subrasante estabilizada en la calle nieta miranda, de acuerdo a mi investigación, realizando los ensayos de laboratorio se determinó que el CBR alcanza el 7.2% al 95% MDS al adicionar el 3% de mucilago de tuna, en relación al peso de la muestra, por lo cual coincide en comparación a los resultados de Rojas (2020), el cual determino en su investigación que la adición de 1.17% de aditivo topsoil al suelo estabilizado se ha alcanzado un valor CBR de 80.10%, concluyendo que en la investigación de Rojas (2020) el porcentaje óptimo de aditivo en el cual la muestra de suelo alcanza una mayor resistencia es 1.17%, el cual es menor al determinado en la presente investigación, debido a que el aditivo empleado en las investigaciones son diferentes.

De igual manera de acuerdo a mi investigación se determinó que la capacidad de soporte en las muestras de suelo incrementa en relación al porcentaje de mucilago de tuna añadido, alcanzado un CBR de 7.2% al 95% MDS al adicionar el 3% de mucilago de tuna, por lo cual coincide en comparación a los resultados de Toro (2018), el cual determino en su investigación que la combinación del estabilizante DS-328 al 5% con el suelo de mala calidad mejora sus propiedades geo mecánicas logrando alcanzar un CBR de 18.5% sin afectar el medio ambiente del camino agrícola de estudio, concluyendo que tanto el uso del mucilago de tuna como el estabilizante DS-328 mejoran la capacidad de soporte.

VI. CONCLUSIONES

Se logra demostrar la primera hipótesis específica, la cual indica que la adición de mucilago de tuna mejora el índice de plasticidad de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, por los resultados obtenidos, los valores del índice de plasticidad del suelo en la calicata (C-01) adicionado con mucilago son menores al del suelo natural, lográndose así reducir la plasticidad a valores admisibles, de acuerdo a lo establecido en el Manual de carreteras (MTC).

Se logra demostrar parcialmente la segunda hipótesis específica, la cual indica que la adición de mucilago de tuna mejora la densidad seca máxima - humedad óptima de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, por los resultados obtenidos, el suelo natural de la calicata C-01 presenta una densidad seca máxima de 1.728 kg/m³, e incrementa en relación al porcentaje de mucilago de tuna añadido, alcanzando 1.749 kg/m³ al 3% de mucilago de tuna añadido, pero decrece a 1.746 kg/m³ a partir de la adición del 4.5% de mucilago de tuna, así mismo la humedad óptima del suelo natural es de 8.3% y va incrementando a medida que el porcentaje de mucilago de tuna añadido incrementa, pero disminuye a partir de la adición del 4.5% a más de mucilago de tuna.

Se logra demostrar parcialmente la tercera hipótesis específica, la cual indica que la adición de mucilago de tuna mejora la capacidad de soporte de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, por los resultados obtenidos, la muestra de suelo natural de la calicata C-01 presenta 4.4% al 95% MDS y así mismo el CBR incrementa en relación al porcentaje de mucilago añadido, al adicionar el 3% de mucilago de tuna alcanza el 7.2% al 95% MDS, de acuerdo al Manual de carreteras (MTC) los suelos adecuados presentan un CBR > 6%, por lo cual la muestra con 3 % de mucilago de tuna si es apta para ser empleada como subrasante, pero el valor CBR empieza a disminuir a partir de la adición del 4.5% de mucilago..

La dosificación de 3% de mucilago de tuna presenta mejor comportamiento en el mejoramiento de las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda.

VII. RECOMENDACIONES

De la presente investigación realizada, se recomienda utilizar en la estabilización de suelo para subrasante el mucilago de tuna en porcentajes de 4.5% a mas, para mejorar el índice de plasticidad.

De la presente investigación realizada se recomienda utilizar en la estabilización de suelo para subrasante el mucilago de tuna en un porcentaje de 3%, al comprobar el incremento de la resistencia a la compresión, densidad seca máxima y humedad óptima.

De la presente investigación realizada se recomienda utilizar en la estabilización de suelo para subrasante el mucilago de tuna en un porcentaje de 3%, al comprobar el incremento de la capacidad portante.

Se recomienda realizar un estudio técnico y económico, con la finalidad de comparar la producción del mucilago de tuna, con la ejecución de otros tipos de métodos de mejoramiento de suelos para subrasante tradicionales

Se recomienda y pone a disposición de futuras investigaciones los resultados obtenidos de los ensayos ejecutados en la calle Nieto Miranda.

REFERENCIAS

ANGUAS, Pinedo. G. Mecánica de materiales para pavimentos. Tesis, Instituto Mexicano del Transporte, 2002.

ASOCIACIÓN MEXICANA DE INGENIERIA DE VIAS TERRESTRES, A.C. Catálogo de productos para Estabilización de Suelos. México. Impreso en México. 57p.ISBN: 978-607-9191-01-6, Mexico, 2019.

ARANDA E. Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. México. manual de ensayos, Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.

CÓRDOVA Zamora, M. (Quinta edición). Estadística Descriptiva e Inferencial. Perú. Editorial Moshera S.R.L. 2003.

CHOQUE, Sanchez Hector Martin. Evaluación de aditivos químicos en la eficiencia de la conservación de superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas. Lima, 2012.

CARRILLO Gil, Arnaldo. Suelos expansivos. Universidad Nacional de Ingeniería, tesis, Lima, 2009.

CACERES, Roberto. Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del de Añashuayco para su uso como base y comparación frente a un pavimento convencional. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa : 2018.

CRESPO Villalaz, Carlos. *mecánica de suelos y cimentaciones*. México : limusa noriega editorial, 1976-1980.

CUBAS gálvez, jairo, Adición del mucílago de penca de tuna para estabilizar suelo arcilloso, chilca https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46616/Cubas_GJ-Guevara_BJESD.pdf?sequence=1&isAllowed=y, Tesis título profesional, 2020.

DAS, Braja M. *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. México, Internacional Thomson Editores S.A., 2001.

MARTINEZ chavez, esther. Estabilización de subrasante de vias en suelos expansivos con cloruro de sodio - Avenida Jacinto Ibarra, distrito de Chilca - Huancayo 2020 https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1366/T037_42115949_T.pdf?sequence=1, tesis, Peru, 2019.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, A. MTC, Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial MTC. Perú, 2016.

MONTEJO Fonseca, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. Colombia : Agora Editores, ISBN: 958-96036-2-9, 2002.

MUÑOZ, Rafael. Estudio de mezclas de aridos reciclados de hormigon y asfalto estabilizados con cemento para su aplicacion en bases y sub-bases de carreteras. España : s.n., 2013.

MENÉNDEZ Acurio, J. R. Ingeniería de Pavimentos. Materiales, Diseño y Conservación, Lima, Perú, Departamento de Imprenta de ICG, 2012.

MERINO & Ramirez., M. A. Pruebas con un Producto Enzimatico como Agente Estabilizador de Suelos para Carreteras, tesis, Piura, 2010.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras del Paraguay, Volumen I, Guia de diseño estructural para pavimentos y banquetas. Paraguay, 2011.

PALOMINO y Yelsin. Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice californian bearing ratio (CBR) de un suelo arcilloso, cajamarca. Universidad Privada del Norte, Lima, 2016.

PATRONE, Julio y Prefumo, José. La acción de los suelos expansivos sobre las cimentaciones metodos de prevencion y control. Universidad de Montevideo, Montevideo, 2016.

FLORES, Jhoel. Estabilización de suelos con fines de conformación de la estructura de un pavimento flexible estabilizado con cemento en la ciudad de Juliaca. Juliaca, Puno, Tesis, Universidad andina Nestor Caceres Velasquez, 2015.

SALINAS, Jose. Metodologia de la investigacion cientifica. Caracas, Venezuela : Universidad de los Andes, Venezuela, 2012.

SOLMINIHAC, H., Echeverria, G. & Thenoux, G. Estabilización Química de Suelos: Aplicaciones en la construcción de estructuras de pavimentos. Tesis, Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2001.

SOTO, Conde Julieta. Estimacion objetiva de la dispersividad en suelos arcillosos en el ensayo de PINHOLE basada en una carta de colores y valores cuantitativos de turbidez. Bogota : s.n., 2016.

QUINTANA, D., & Vera, M. Evaluación de la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. Cusco, Perú: Universidad Andina del Cusco, 2017.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHILCA. Expediente técnico "Mejoramiento vial del Jr. Francisco Toledo tramo:Jr. San Martín - río Alí, distrito de Chilca, Huancayo - Junín", 2015

LÓPEZ, T., Hernández, J., & Horta, J. Polimeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas, Tesis, México, Universidad Autonoma de Querétaro, 2010.

CHAVEZ, C. M. & Iriondo, V. H. Modelación multicapa elástica de pavimentos flexibles en el Salvador mediante la aplicación de software, El Salvador, Universidad de el Salvador, 2018.

MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Pavimentos Urbanos CE.010- Reglamento Nacional de Edificaciones, Peru, 2010.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de ensayo de materiales, Perú, 2016.

CEDEÑO, D. G. Investigación de la estabilización de suelos con enzima aplicado a la sub-rasante de la avenida Quitumbe - Ñan, Canton Quito. Tesis, Ecuador, Universidad Central del Ecuador, 2013.

OROZCO, E. Elaboración y caracterización de mucilago de nopal- pectina: Efecto de la concentración del mucilago de nopal en las propiedades fisicoquímicas y mecánicas, Tesis, México, Universidad autónoma del estado de México, 2017.

MONTEJO, A. Ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogotá, Colombia, Universidad Católica de Colombia, 2002.

Hernández, Robert y Fernández, Carlos. Metodología de la investigación. México : Interamericana Editores, ISBN: 978-1-4562-2396-0, 2014.

ESCOBAR, C. E., & Duque, G. Mecánica de suelos, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, 2002

CRESPO Villalaz Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones, libro, Quinta edición, México, Limusa, ISBN: 968-18-6489-1, 2004.

RICO Rodríguez Alfonso, La Ingeniería de los suelos en las vías terrestres 2. libro, México, Limusa, ISBN: 968-18, 2005.

Rosales Asto, Erick Abad. Determinación de la deformación elástica y el módulo de elasticidad en suelos expansivos mediante ensayos de expansión libre y consolidación. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, 2014.

Sánchez Albán, María Angélica. Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector calcical del cantón tosagua provincia de manabí. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2014.

JUAREZ Badillo Eulalio, RICO Rodriguez Alfonso. Mecánica de suelos. México: Limusa, 2004. 703p. ISBN: 968-18 -0128-8, 2004.

UGAZ Roxana. Estabilización de suelo y su aplicación en el mejoramiento de subrasante, tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2006.

CUIPAL Chávez Betty Karen. Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera de Chachapoyas- Huanca, Amazonas. Tesis (Ingeniero Civil) Lima, Universidad César Vallejo de Lima, 2018.

UGAZ Palomino, R., & TUPIA Córdova, C. (2016). Acta universitaria, Ensayos de Estabilización de Suelos con el Aditivo RBI-81, Peru, Puno, 2016.

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. Guía para la estabilización o mejoramiento de rutas no pavimentadas. San Jose, Costa Rica, 2008.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General: • ¿Cuál es el efecto del mucilago de tuna en las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021?.	Objetivo general: • Evaluar el efecto del mucilago de tuna en las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021.	Hipótesis general: • La adición de mucilago de tuna mejora las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021.	INDEPENDIENTE	Mucilago de tuna	periodo de maceración del mucilago de tuna	1 – 30 días	Calendario
					porcentaje de mucilago de tuna	0%, 1.5%, 3%, 4.5%	Balaza digital
					viscosidad	Metodo de Stokes	Cronometro digital
Problemas Específicos: ¿Cuál es el efecto del mucilago de tuna en el indice de plasticidad de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021?.	Objetivos específicos: • Determinar el efecto del mucilago de tuna en el índice de plasticidad de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021.	Hipótesis específicas: • La adición de mucilago de tuna mejora el indice de plasticidad de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021.	DEPENDIENTE	Propiedades de la subrasante	indice de plasticidad	limites de atterberg	MTC E 110 MTC E 111 NTP 339.129
¿Cuál es el efecto del mucilago de tuna en la densidad seca 1ompac – humedad optima de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021?.	• Determinar el efecto del mucilago de tuna en la densidad seca 1ompac – humedad optima de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021.	• La adición de mucilago de tuna mejora la densidad seca 1ompac – humedad optima de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021.			densidad seca maxima – humedad optima	compactación de suelos (proctor modificado)	MTC E 115 NTP 339.141 ASTM D 1557
¿Cuál es el efecto del mucilago de tuna en la capacidad de soporte de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021?.	Determinar el efecto del mucilago de tuna en la capacidad de soporte de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021.	• La adición de mucilago de tuna mejora la capacidad de soporte de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021.			capacidad de soporte	Relación de Soporte de California (CBR)	MTC E 132 NTP 339.145 ASTM D 1883
					Costos	Presupuesto	S10 Excel CPOC

ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE INDEPENDIENTE					
Mucilago de tuna	El mucilago de tuna es una solución líquida que tiene características viscosas, que se produce a través de la extracción de mucilagos de sustancias vegetales (pencas de tuna) en presencia de agua, los mucilagos se descomponen y presentan una disminución en su viscosidad (Gallardo Cabrera, pag. 12)	Este material se incorpora en diferentes porcentajes con el fin de determinar en que manera influye en la estabilización de la subrasante	periodo de maceración del mucilago de tuna	1 - 30 días	Razon
			porcentaje de mucilago de tuna	0%, 1.5%, 3%, 4.5%	
			viscosidad	Método de Stokes	
VARIABLE DEPENDIENTE					
Propiedades de la subrasante	El índice de plasticidad establece el campo plástico de un suelo y determina el porcentaje de humedad que deben contener los suelos arcillosos para permanecer en estado plástico (laboratorio de suelos I, pag. 02). La densidad seca máxima, humedad optima es el vínculo en relación al contenido de humedad óptimo y su densidad al ser expuesto a una modificación por trabajo mecánico, se determina mediante el ensayo de compactación Proctor (Chirinos Quispe, pag. 22). La capacidad de soport es la máxima presión, que soporta un suelo bajo las cargas del tráfico, sin que no se produzca una falla por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo (cedeño, pag. 11).	En la presente investigación se realizo el muestreo de la subrasante en la calle Nieto Miranda mediante la ejecución de dos calicatas, al cual se le agregara el mucilago de tuna en diferentes porcentajes para mejorar sus propiedades	índice de plasticidad	limites de atterberg	Intervalo
			densidad seca máxima - humedad optima	compactación de suelos (proctor modificado)	Intervalo
			capacidad de soporte	Relación de Soporte de California (CBR)	Intervalo

ANEXO 3: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

ASTM D-2216

TESISTA: Bach. Giovanni Mijhall Sanchez Quecaño

PROYECTO: "Incorporación del mucilago de tuna para mejorar las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021"

UBICACIÓN:

SECTOR:

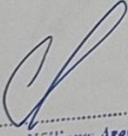
DISTRITO:

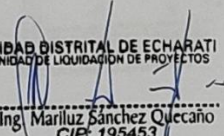
PROVINCIA:

DPTO:

PORCENTAJE DE HUMEDAD				
PROFUNDIDAD:	1.50	N° Muestra	1	2
		Capsulas	A	B
Peso del tarro:				
Peso del T + Suelo humedo:				
Peso del T + Suelo Seco::				
Peso del Agua:				
Peso del suelo seco:				
Contenido de Humedad:				
Contenido de Humedad PROM:				

POZO	CONTENIDO DE HUMEDAD
1.5	
PROMEDIO	


Elvander Williams Arenas Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. 126574

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ECHARATI
ECHARATI
UNIDAD DE LIQUIDACION DE PROYECTOS

Ing. Mariluz Sanchez Quecaño
CIP: 195453
JEFE UNIDAD LIQUIDACION


Grimaldo Diaz Yenero
ING. CIVIL
CIP: 80539



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

TESISTA: Bach. Giovanni Mijail Sanchez Quecaño

PROYECTO: "Incorporación del mucilago de tuna para mejorar las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021"

UBICACIÓN:

SECTOR:

DISTRITO:

PROVINCIA:

DPTO:

TAMAÑO DE TAMIZES		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 99				
(Pulg.)	(mm.)	(gr)	(%)	(%)	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS				
4"	101.60				SUELO DE GRANO GRUESO, MÁS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más del 50% rellene malla N° 4	GW	Gravas bien graduadas , mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	
2"	50.80						GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	
1 1/2"	38.10						GM	Gravas Limosas, mezclas de grava,arena y limo	
1"	25.40						GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	
3/4"	19.10						ARENA Y SUELO ARENOSO, más del 50% pasa malla N° 4	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos
1/2"	12.70							SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos
3/8"	9.52							SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo
N° 4	4.76							SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla
N° 10	2.00				SUELO DE GRANO FINO, 50% O MÁS PASA LA MALLA N°200	LIMOS Y ARCILLAS (LL<50)	ML	Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos	
N° 40	0.43						CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas areno-limosas,	
N° 100	0.15						OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad	
N° 200	0.07						MH	Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o diatomizados, Limos elásticos	
CAZUELA	0.07						ARCILLAS (LL>50)	CH	Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas
								OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad
TOTAL :									
					Altamente Orgánico	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos		

Elvian Anderson Williams Arenas Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. 12222

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ECHARATI
UNIDAD DE LIQUIDACION DE PROYECTOS
Ing. Mariluz Sanchez Quecaño
CIP: 195453
JEFE UNIDAD LIQUIDACION

Grimaldo Diaz Yenero
ING. CIVIL
CIP: 80539



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318

TESISTA:
PROYECTO:

Bach. Giovanni Mijhall Sanchez Quecaño
"Incorporación del mucilago de tuna para mejorar
las propiedades de la subrasante estabilizada en la
calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021"

UBICACIÓN:

SECTOR:

DISTRITO:

PROVINCIA:

DPTO:

LIMITE LIQUIDO AL 0% DE MUCILAGO				
Muestra N°	A	B	C	V
Peso de la capsula				
Peso capsula. + suelo humedo				
Peso capsula + suelo seco				
Numero de golpes				
Peso suelo seco				
Peso agua				
% humedad				

LIMITE LIQUIDO			
LIMITE PLASTICO AL 0% DE MUCILAGO			
Muestra	X	Y	Z
Peso de la capsula			
Peso capsula. + suelo humedo			
Peso capsula + suelo seco			
Peso suelo seco			
Peso agua			
% humedad			

LIMITE PLASTICO	

OBSERVACIONES:

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

INDICE PLASTICO

Elvianora Williams Arenas Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. 128574

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ECHARATI
UNIDAD DE LIQUIDACION DE PROYECTOS
Ing. Mariluz Sanchez Quecaño
CIP. 195453
JEFE UNIDAD LIQUIDACION

Samuel Diaz Yenero
ING. CIVIL
CIP. 80539



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR

ASTM D-1557

TESISTA:

Bach. Giovanni Mijhail Sanchez Quecaño

PROYECTO:

"Incorporación del mucilago de tuna para mejorar las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021"

UBICACIÓN:

SECTOR:

DISTRITO:

PROVINCIA:

DPTO:

Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.					
Peso del Molde	gr.					
Peso de la Muestra Compacta	gr.					
Densidad Humedad	gr/cc.					
Densidad Seca	gr/cc.					

Peso del T. + Suelo Humedo	gr.									
Peso del T. + Suelo Seco	gr.									
Peso del Agua	gr.									
Peso del Suelo Seco	gr.									
Contenido de Humedad	%									
Contenido de Humedad Promedio										

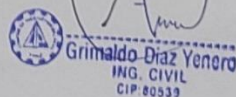
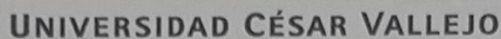
DENSIDAD MAXIMA =

HUMEDAD OPTIMA =

Elvanders Williams Arenas Polomino
INGENIERO CIVIL
CIP. 128574

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ECHARATI
UNIDAD DE LIQUIDACION DE PROYECTOS
Ing. Mariluz Sanchez Quecaño
CIP: 195483
JEFE UNIDAD LIQUIDACION

Grimaldo Diaz Yenero
ING. CIVIL
CIP: 80539



ANEXO 4: PANEL FOTOGRÁFICO



Ubicación de la zona de estudio, calle Luis nieto miranda

Se realizó el muestreo en la zona de estudio, elaboración de calicatas.



Se tomaron las medidas de la calicata: Profundidad 1.50 mts

Se tomaron las muestras de la calicata en bolsas para mantener la humedad natural del suelo.



Se procedió al pesado de la muestra de suelo para los ensayos pertinentes.

Luego se procedió al estudio en laboratorio como es la clasificación de suelo con el ensayo de granulométrica por tamizado.





Se procede a realizar el ensayo de Proctor modificado para determinar el contenido de humedad óptimo y la máxima densidad seca.

Con los suelos ya identificados según su clasificación se mezcla con agua en porcentajes adecuados para obtener una adecuada compactación.



Para el ensayo de CBR mezclamos el suelo adicionado con mucilago en porcentaje en peso de suelo con el contenido de humedad óptimo.



Compactación de la muestra y puntos de orden de compactación.

Peso de molde más suelo compactado.



Inmersión de la muestra compactada.

Ensayo de limite líquido.



Ensayo de limite plástico



Identificación de plantaciones de tuna en la provincia de la convención.





Extracción de pencas de tuna de acuerdo a sus características

Carguío, para su posterior traslado de las pencas de tuna en costales



se procedió a la limpieza de espinas, la cual se realizó cuidadosamente utilizando un alicate.

se procede a lavar cada una de las pencas empleando una brocha



Se procedió con el picado de las pencas de tuna en cubos con tamaños promedio de 2 x 2 cm.

En un contenedor grande se coloca el mismo porcentaje de tuna picada y agua.





Luego se deja por un tiempo de 15 días de maceración

Se realizó la extracción del mucilago de tuna.



Se precedió a la ejecución del ensayo de viscosidad.

ANEXO 5: HOJAS DE CALCULO

INDICE DE PLASTICIDAD

		limite liquido
calicata C-01	0% DE MUCILAGO	36.77%
	1.5% DE MUCILAGO	36.93%
	3% DE MUCILAGO	37.01%
	4.5% DE MUCILAGO	37.05%

		limite plastico
calicata C-01	AL 0% DE MUCILAGO	24.78%
	AL 1.5% DE MUCILAGO	24.89%
	AL 3% DE MUCILAGO	25.00%
	AL 4.5% DE MUCILAGO	25.07%

		I.P.
calicata C-01	0% DE MUCILAGO	11.99%
	1.5% DE MUCILAGO	12.03%
	3% DE MUCILAGO	12.01%
	4.5% DE MUCILAGO	11.98%

DENSIDAD SECA MAXIMA – HUMEDAD OPTIMA

		DENSIDAD SECA MAXIMA (TN/M3)	HUMEDAD OPTIMA (%)
calicata C-01	0% DE MUCILAGO	1.728	8.03
	1.5% DE MUCILAGO	1.743	8.12
	3% DE MUCILAGO	1.749	8.17
	4.5% DE MUCILAGO	1.746	8.15

CAPACIDAD DE SOPORTE

		CBR AL 95% DE MDS	CBR AL 100% DE MDS
calicata C-01	0% DE MUCILAGO	4.4%	5.7%
	1.5% DE MUCILAGO	5.8%	7.1%
	3% DE MUCILAGO	7.2%	8.5%
	4.5% DE MUCILAGO	5.6%	6.9%

ANEXO 6: CERTIFICADOS DE LABORATORIO

Keremca S.A.

INGENIEROS & ARQUITECTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

ASTM D-2216

PROYECTO: INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA, QUILLABAMBA – CUSCO, 2021

SOLICITANTE: GIOVANNI MIJHAIL SANCHEZ QUECAÑO

UBICACIÓN:

SECTOR: CONO SUR DE LA CIUDAD DE QUILLABAMBA, CALLE NIETO MIRANDA

DISTRITO: SANTA ANA

PROVINCIA: LA CONVENCION

DPTO: CUSCO

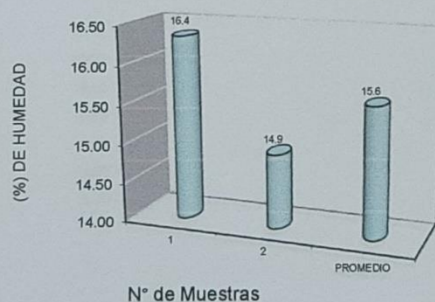
CALICATA: C - 01

PORCENTAJE DE HUMEDAD				
PROFUNDIDAD:	1.50	N° Muestra	1	2
		Capsulas	A	B
Peso del tarro:			59.33	55.24
Peso del T + Suelo humedo:			102.45	101.46
Peso del T + Suelo Seco::			96.39	95.45
Peso del Agua:			6.06	6.01
Peso del suelo seco:			37.06	40.21
Contenido de Humedad:			16.35	14.95
				15.65

Contenido de Humedad PROM:

15.65

GRAFICO DE HUMEDAD NATURAL



Laboratorista

V°B°

Keremca S.A.
ING. NIÑOS & ARQUITECTOS
Ing. Alexis L. Ancasi Garcia
GERENTE GENERAL

Henry Egueroa Hualpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

ASTM D-2216

PROYECTO: INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA, QUILLABAMBA – CUSCO, 2021

SOLICITANTE: GIOVANNI MIJAIL SANCHEZ QUECAÑO

UBICACIÓN:

SECTOR: CONO SUR DE LA CIUDAD DE QUILLABAMBA, CALLE NIETO MIRANDA

DISTRITO: SANTA ANA

PROVINCIA: LA CONVENCIÓN

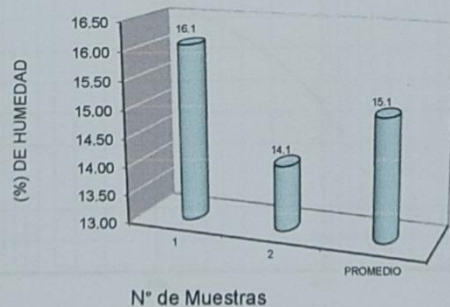
DPTO: CUSCO

CALICATA: C-02

PORCENTAJE DE HUMEDAD					
PROFUNDIDAD:	1.50	N° Muestra	1	2	PROMEDIO
Capsulas			A	B	
Peso del tarro:			59.33	55.04	
Peso del T + Suelo humedo:			102.35	101.16	
Peso del T + Suelo Seco::			96.39	95.45	
Peso del Agua:			5.96	5.71	
Peso del suelo seco:			37.06	40.41	
Contenido de Humedad:			16.08	14.13	15.11

Contenido de Humedad PROM:	15.11
----------------------------	-------

GRAFICO DE HUMEDAD NATURAL



Laboratorista

V°B°

Keremca S.A.
ING. NIETO & ARQUITECTOS
Ing. Alexis L. Ancasi Garcia
GERENTE GENERAL

Henry Figueroa Hualpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO: INCORPORACIÓN DEL MUGILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA, QUILLABAMBA - CUSCO, 2021

UBICACIÓN: CONO SUR DE LA CIUDAD DE QUILLABAMBA, CALLE NIETO MIRANDA

SECTOR: SANTA ANA

DISTRITO: LA CONVENCION

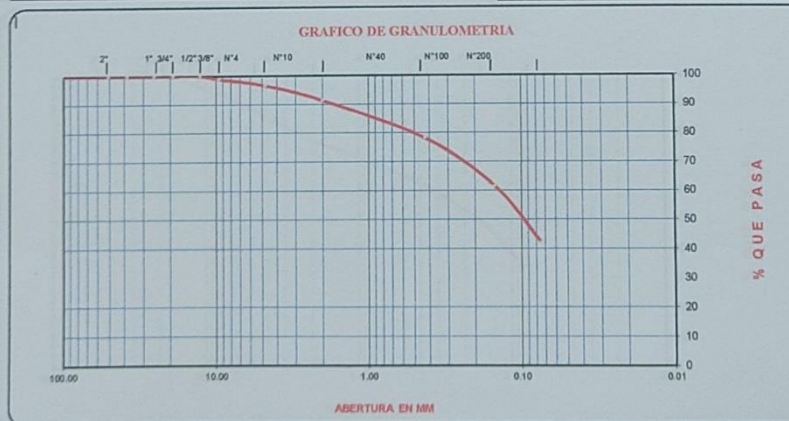
PROVINCIA: CUSCO

DPTO: CUSCO

SOLICITANTE: GIOVANNI MIJAIL SANCHEZ QUECAÑO

CALICATA: C - 01

TAMAÑO DE TAMIZES		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107-99			
(Pulg.)	(mm.)	(gr)	(%)	(%)	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS			
4"	101.60	0.00		100.00	RETENIDO EN LA MALLA N° 200	GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más del 50% retiene malla N°4	GW	Gravas bien graduadas , mezclas de grava y arena con poco o nada de finos
2"	50.80	0.00	0.00	100.00			GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00			GM	Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo
1"	25.40	0.00	0.00	100.00			GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla
3/4"	19.10	0.00	0.00	100.00			SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos
1/2"	12.70	0.00	0.00	100.00	ARENA Y SUELO ARENOSO, más del 50% pasa malla N° 4	50% pasa malla N° 4	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos
3/8"	9.52	5.40	1.10	98.90			SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo
N° 4	4.76	11.20	2.29	96.60			SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla
N° 10	2.00	25.60	5.24	91.37			ML	Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos
N° 40	0.43	64.10	13.11	78.25			CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas areno-limosas,
N° 100	0.15	81.50	16.67	61.58	MAS PASA LA MALLA N°200	LIMOS Y ARCILLAS (LL<50)	OL	Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad
N° 200	0.07	95.40	19.52	42.06			MH	Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o diatomizados, Limos elásticos
CAZUELA	0.07	205.60	42.06				CH	Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas
							OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad
TOTAL :								
					SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% O SUELO DE GRANO FINO, 50% O	MAS PASA LA MALLA N°200	LIMOS Y ARCILLAS (LL>50)	
					Altamente Orgánico	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	



DATOS PARA CLASIFICACION

PASA N° 4	96.60
PASA N° 10	91.37
PASA N° 40	78.25
PASA N° 200	42.06

D10	12.50
D30	20.88
D60	33.91
Cu	2.71
Cc	1.03
LL	36.77%
LP	24.78%
IP	11.99%

CLASIFICACION

AASHTO	A-6
SUCS	ML

V°B°

LABORATORISTA:

Keremca S.A.

INGENIEROS & ARQUITECTOS

Ing. Alexis L. Ancasi García
GERENTE GENERAL

Henry Figueroa Huallpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO: INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA, QUILLABAMBA – CUSCO, 2021

UBICACIÓN: CONO SUR DE LA CIUDAD DE QUILLABAMBA, CALLE NIETO MIRANDA

SECTOR: SANTA ANA

DISTRITO: LA CONVENCION

PROVINCIA: CUSCO

DPTO: CUSCO

SOLICITANTE: GIOVANNI MIJAIL SANCHEZ QUECAÑO

CALICATA: C-02

TAMAÑO DE TAMIZES	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 99			
(Pulg.)	(mm.)	(gr)	(%)	(%)	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS		
4"	101.60	0.00		100.00	SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más del 50% retiene malla N° 4	GW Gravas bien graduadas , mezclas de grava y arena con poco o nada de finos
2"	50.80	0.00	0.00	100.00		GP Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00		GM Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo	
1"	25.40	0.00	0.00	100.00		GC Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	
3/4"	19.10	0.00	0.00	100.00		SW Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	
1/2"	12.70	9.40	1.96	98.04	SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA N° 200	SP Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	
3/8"	9.52	13.30	2.78	95.26		SM Arenas Limosas, mezcla de arena y limo	
N° 4	4.76	35.40	7.40	87.86		SC Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla	
N° 10	2.00	48.60	10.16	77.70		ML Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos	
N° 40	0.43	67.40	14.09	63.61		CL Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas areno-limosas,	
N° 100	0.15	74.30	15.53	48.08	SUELO DE GRANO FINO, 50% O MAS PASA LA MALLA N° 200	OL Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad	
N° 200	0.07	84.40	17.64	30.43		MH Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o diatomizados, Limos elásticos	
CAZUELA	0.07	145.60	30.43			CH Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas	
						OH Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad	
TOTAL :		478.40	100			Pt Altamente Orgánico	Turba y otros suelos altamente orgánicos



DATOS PARA CLASIFICACION	
PASA N° 4	87.86
PASA N° 10	77.70
PASA N° 40	63.61
PASA N° 200	30.43
D10	12.50
D30	20.88
D60	33.91
Cu	2.71
Cc	1.03
LL	36.70%
LP	10.85%
IP	25.86%
CLASIFICACION	
AASHTO	A-2-6
SUCS	C-L

V°B°

LABORATORISTA:

Keremca S.A.
INGENIEROS & ARQUITECTOS

Ing. Alexis L. Ancasi Garcia
GERENTE GENERAL

Henry Figueroa Huallpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D4318

PROYECTO:

INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA
MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE
ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA,
QUILLABAMBA - CUSCO, 2021

UBICACIÓN:

SECTOR: CONO SUR DE LA CIUDAD DE
QUILLABAMBA, CALLE NIETO MIRANDA

SOLICITANTE:

GIOVANNI MIJHAIL SANCHEZ QUECAÑO

DISTRITO: SANTA ANA

PROVINCIA: LA CONVENCIÓN

DPTO: CUSCO

CALICATA: C - 01

DOCIFICACION: MUCILAGO AL 0%

LIMITE LIQUIDO AL 0% DE MUCILAGO

Muestra N°	A	B	C	V
Peso de la capsula	51.63	50.21	50.71	45.8
Peso capsula + suelo humedo	68.4	71.95	68.32	62.77
Peso capsula + suelo seco	63.1	66.03	64.16	58.97
Numero de golpes	17	24	27	36
Peso suelo seco	11.47	15.82	13.45	13.17
Peso agua	5.3	5.92	4.16	3.8
% humedad	46.2%	37.4%	30.9%	28.9%

OBSERVACIONES:

Muestras, proporcionadas por el solicitante.

LIMITE LIQUIDO

36.77%

LIMITE PLASTICO AL 0% DE MUCILAGO

Muestra	X	Y	Z
Peso de la capsula	27.10	29.01	19.01
Peso capsula + suelo humedo	29.74	31.69	20.87
Peso capsula + suelo seco	29.21	31.15	20.51
Peso suelo seco	2.11	2.14	1.50
Peso agua	0.53	0.54	0.36
% humedad	25.1%	25.2%	24.0%

LIMITE PLASTICO

24.78%

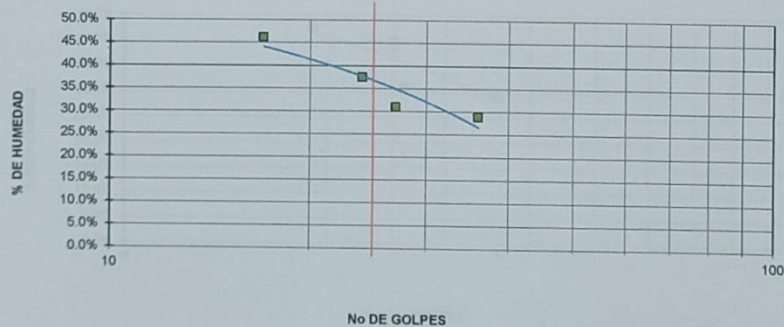
RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO 36.77%

LIMITE PLASTICO 24.78%

INDICE PLASTICO 11.99%

LIMITE LIQUIDO



V°B°

LABORATORISTA:

Keremca S.A.
INGENIEROS & ARQUITECTOS

Ing. Alexis L. Ancasi Garcia
GERENTE GENERAL

Henry Figueroa Hualpa
Tecnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D4318

PROYECTO:

INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA
MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE
ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA,
QUILLABAMBA – CUSCO, 2021

UBICACIÓN:

SECTOR: CONO SUR DE LA CIUDAD DE
QUILLABAMBA, CALLE NIETO MIRANDA
DISTRITO: SANTA ANA
PROVINCIA: LA CONVENCION
DPTO: CUSCO
CALICATA: C-02
DOCIFICACION: MUCILAGO AL 0%

SOLICITANTE:

GIOVANNI MIJAIL SANCHEZ QUECAÑO

LIMITE LIQUIDO AL 0% DE MUCILAGO

Muestra N°	A	E	C	T
Peso de la capsula	50.63	50.21	50.31	45.8
Peso capsula + suelo humedo	68.4	72.32	68.41	62.81
Peso capsula + suelo seco	63.1	66.03	64.16	58.97
Numero de golpes	19	25	26	36
Peso suelo seco	12.47	15.82	13.85	13.17
Peso agua	5.3	6.29	4.25	3.84
% humedad	42.5%	39.8%	30.7%	29.2%

OBSERVACIONES:

Muestras, proporcionadas por el solicitante.

LIMITE LIQUIDO

36.70%

LIMITE PLASTICO AL 0% DE MUCILAGO

Muestra	X	U	Z
Peso de la capsula	27.10	29.01	29.01
Peso capsula + suelo humedo	29.45	31.36	30.68
Peso capsula + suelo seco	29.21	31.15	30.51
Peso suelo seco	2.11	2.14	1.50
Peso agua	0.24	0.21	0.17
% humedad	11.4%	9.8%	11.3%

LIMITE PLASTICO

10.85%

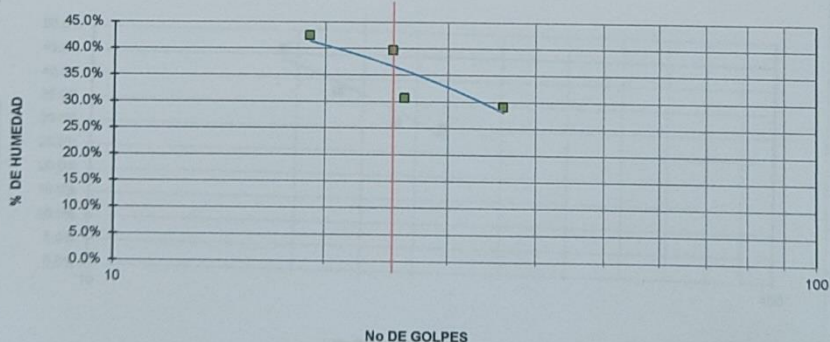
RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO 36.70%

LIMITE PLASTICO 10.85%

INDICE PLASTICO 25.86%

LIMITE LIQUIDO



V°B°

LABORATORISTA:

Keremca S.A.

INGENIEROS & ARQUITECTOS

Ing. Alexis L. Ancasi Garcia
GERENTE GENERAL

Henry Figüeroa Hualpa
Tecnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D4318

PROYECTO:

INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA
MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE
ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA,
QUILLABAMBA - CUSCO, 2021

UBICACIÓN:

CONO SUR DE LA CIUDAD DE
QUILLABAMBA, CALLE NIETO
MIRANDA

SECTOR:

DISTRITO:

SANTA ANA

PROVINCIA:

LA CONVENCION

DPTO:

CUSCO

CALICATA:

C - 01

DOCIFICACION: MUCILAGO AL 1.5%

SOLICITANTE:

GIOVANNI MUHAIL SANCHEZ QUECAÑO

LIMITE LIQUIDO AL 1.5% DE MUCILAGO

Muestra N°	H	D	R	T
Peso de la capsula	51.22	50.22	50.7	45.81
Peso capsula. + suelo humedo	68.56	71.97	68.34	62.91
Peso capsula + suelo seco	63.11	66.04	64.17	58.96
Numero de golpes	19	23	28	33
Peso suelo seco	11.89	15.82	13.47	13.15
Peso agua	5.45	5.93	4.17	3.95
% humedad	45.8%	37.5%	31.0%	30.0%

OBSERVACIONES:

Muestras, proporcionadas por el solicitante.

LIMITE LIQUIDO

36.93%

LIMITE PLASTICO AL 1.5% DE MUCILAGO

Muestra	F	T	H
Peso de la capsula	27.11	29.02	19.02
Peso capsula. + suelo humedo	29.76	31.69	20.86
Peso capsula + suelo seco	29.22	31.16	20.50
Peso suelo seco	2.11	2.14	1.48
Peso agua	0.54	0.53	0.36
% humedad	25.6%	24.8%	24.3%

LIMITE PLASTICO

24.89%

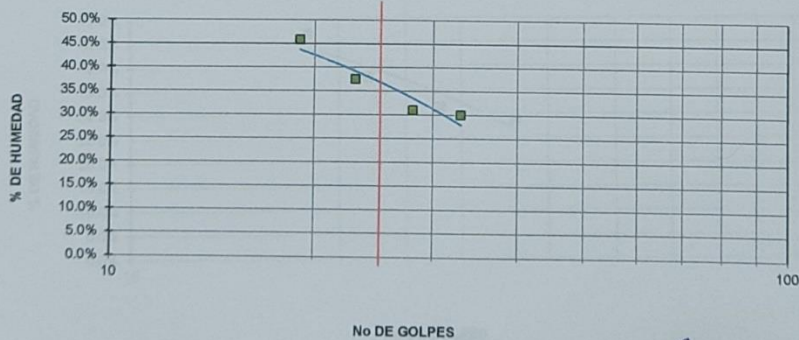
RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO 36.93%

LIMITE PLASTICO 24.89%

INDICE PLASTICO 12.03%

LIMITE LIQUIDO



V°B°

LABORATORISTA:

Keremca S.A.
INGENIEROS & ARQUITECTOS

Ing. Alexis L. Ancasi Garcia
GERENTE GENERAL

Henry Figueroa Hualpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D4318

PROYECTO:

INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA
MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE
ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA,
QUILLABAMBA - CUSCO, 2021

UBICACIÓN:

CONO SUR DE LA CIUDAD DE
QUILLABAMBA, CALLE NIETO MIRANDA

SOLICITANTE:

GIOVANNI MIHAIL SANCHEZ QUECAÑO

DISTRITO:

SANTA ANA

PROVINCIA:

LA CONVENCION

DPTO:

CUSCO

CALICATA:

C - 01

DOCIFICACION: MUCILAGO AL 3%

LIMITE LIQUIDO AL 3% DE MUCILAGO

Muestra N°	F	V	B	Y
Peso de la capsula	51.24	50.21	50.71	45.82
Peso capsula. + suelo humedo	68.64	71.98	68.36	62.79
Peso capsula + suelo seco	63.1	66.03	64.15	59.02
Numero de golpes	18	22	28	36
Peso suelo seco	11.86	15.82	13.44	13.2
Peso agua	5.54	5.95	4.21	3.77
% humedad	46.7%	37.6%	31.3%	28.6%

OBSERVACIONES:

Muestras, proporcionadas por el solicitante.

LIMITE LIQUIDO

37.01%

LIMITE PLASTICO AL 3% DE MUCILAGO

Muestra	F	V	B
Peso de la capsula	27.10	29.01	19.03
Peso capsula. + suelo humedo	29.76	31.71	20.89
Peso capsula + suelo seco	29.21	31.13	20.56
Peso suelo seco	2.11	2.12	1.53
Peso agua	0.55	0.58	0.33
% humedad	26.1%	27.4%	21.6%

LIMITE PLASTICO

25.00%

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO

37.01%

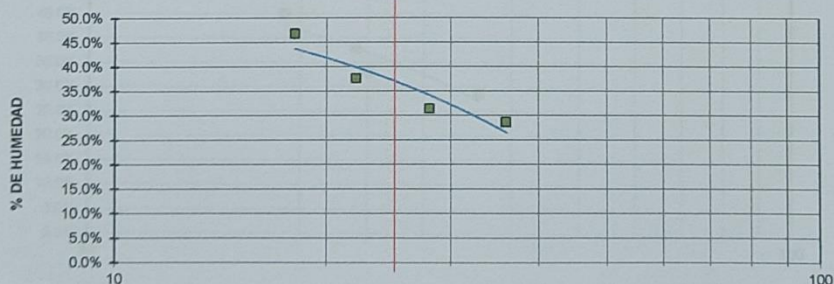
LIMITE PLASTICO

25.00%

INDICE PLASTICO

12.01%

LIMITE LIQUIDO



No DE GOLPES

V°B°

LABORATORISTA:

Keremca S.A.
ING. NIETO MIRANDA
Ing. Alexis L. Ancasi Garcia
GERENTE GENERAL

Henry Figueroa Huallpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D4318

PROYECTO:

INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA
MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE
ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA,
QUILLABAMBA – CUSCO, 2021

UBICACIÓN:

CONO SUR DE LA CIUDAD DE
QUILLABAMBA, CALLE NIETO MIRANDA

SOLICITANTE:

GIOVANNI MIJAIL SANCHEZ QUECAÑO

DISTRITO:

SANTA ANA

PROVINCIA:

LA CONVENCION

DPTO:

CUSCO

CALICATA:

C - 01

DOCIFICACION: MUCILAGO AL 4.5%

LIMITE LIQUIDO AL 4.5% DE MUCILAGO

Muestra N°	T	G	F	D
Peso de la capsula	51.23	50.22	50.72	45.83
Peso capsula. + suelo humedo	68.46	71.99	68.57	62.98
Peso capsula + suelo seco	63.11	66.01	64.14	59.15
Numero de golpes	19	24	25	36
Peso suelo seco	11.88	15.79	13.42	13.32
Peso agua	5.35	5.98	4.43	3.83
% humedad	45.0%	37.9%	33.0%	28.8%

OBSERVACIONES:

Muestras, proporcionadas por el solicitante.

LIMITE LIQUIDO

37.05%

LIMITE PLASTICO AL 4.5% DE MUCILAGO

Muestra	G	B	T
Peso de la capsula	27.11	29.02	19.02
Peso capsula. + suelo humedo	29.77	31.79	20.89
Peso capsula + suelo seco	29.22	31.15	20.59
Peso suelo seco	2.11	2.13	1.57
Peso agua	0.55	0.64	0.30
% humedad	26.1%	30.0%	19.1%

LIMITE PLASTICO

25.07%

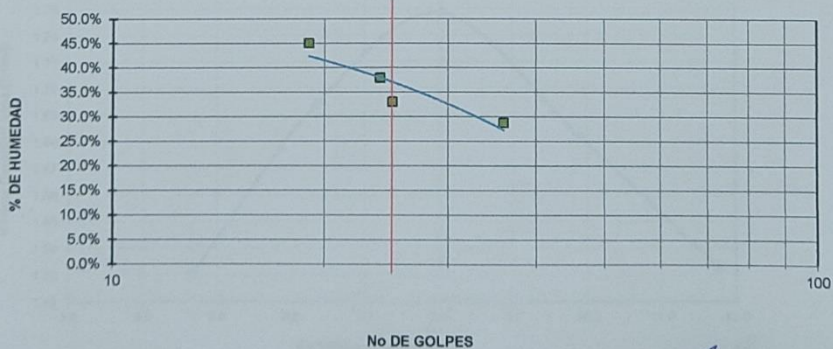
RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO **37.05%**

LIMITE PLASTICO **25.07%**

INDICE PLASTICO **11.98%**

LIMITE LIQUIDO



V°B°

LABORATORISTA:

Keremca S.A.

INGENIEROS & ARQUITECTOS



Ing. Alexis L. Ancasi Garcia
GERENTE GENERAL

Henry Figueroa Hualpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR

ASTM D-1557

PROYECTO:

INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA
MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE
ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA,
QUILLABAMBA - CUSCO, 2021

UBICACION

CONO SUR DE LA CIUDAD DE
QUILLABAMBA, CALLE NIETO
MIRANDA

SECTOR:

SANTA ANA

DISTRITO:

LA CONVENCIÓN

DPTO:

CUSCO

CALICATA:

C - 01

DOCIFICACION:

MUCILAGO AL 0%

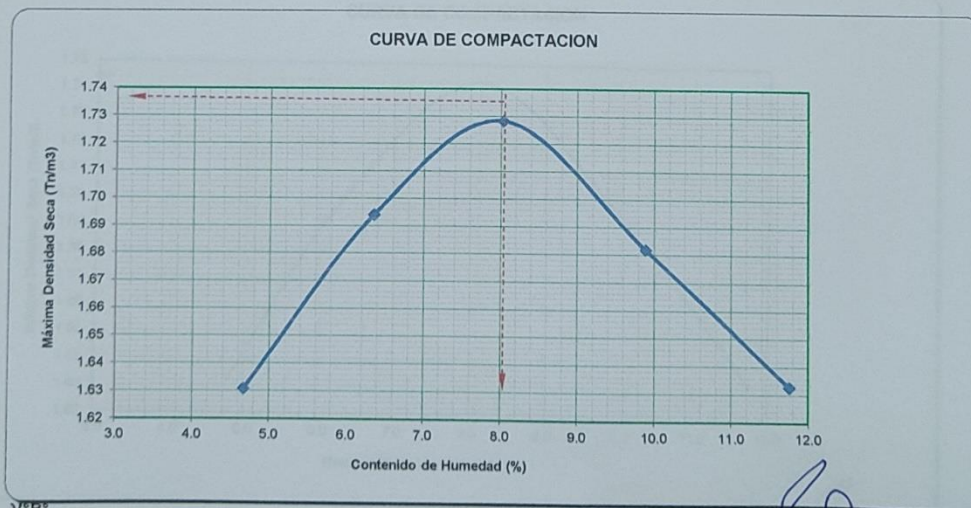
SOLICITANTE:

GIOVANNI MUHAIL SANCHEZ QUECAÑO

		DOCIFICACION:			MUCILAGO AL 0%	
DENSIDAD HUMEDA						
Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	6410	6611	6750	6710	6660
Peso del Molde	gr.	2789	2789	2789	2789	2789
Peso de la Muestra Compacta	gr.	3621	3822	3961	3921	3871
Densidad Humedad	gr/cc.	1.71	1.80	1.87	1.85	1.82
Densidad Seca	gr/cc.	1.63	1.69	1.73	1.68	1.63

CONTENIDO DE HUMEDAD											
Tarro	No	A	H	X	O	T	B	Q	V	L	Ñ
Peso del Tarro	gr.	44.57	51.26	53.12	48.76	54.7	53.8	54.42	51.8	51.41	51.5
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	118.19	106.85	111.27	101.28	115.42	115.35	113.8	105.48	113.38	111.92
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	114.71	104.52	108.32	97.68	111.39	110.29	108.88	100.27	106.67	105.75
Peso del Agua	gr.	3.48	2.33	2.95	3.6	4.03	5.06	4.92	5.21	6.71	6.17
Peso del Suelo Seco	gr.	70.14	53.26	55.2	48.92	56.69	56.49	54.46	48.47	55.26	54.25
Contenido de Humedad	%	4.96151	4.3747653	5.3442029	7.358953393	7.1088	8.95733758	9.034154	10.749	12.143	11.373
Contenido de Humedad Promedio	%	4.67	6.35	8.03	9.89	11.76					

DENSIDAD MAXIMA =	1.728 kg/m ³	HUMEDAD OPTIMA =	8.03 %
-------------------	-------------------------	------------------	--------



VºBº

LABORATORISTA:

Keremca S.A.

INGENIEROS & ARQUITECTOS



Ing. Alexis L. Ancasi García
GERENTE GENERAL

Ing. Hualpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR

ASTM D-1557

PROYECTO:

INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA
PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA
SUBRASANTE ESTABILIZADA EN LA CALLE
NIETO MIRANDA, QUILLABAMBA - CUSCO, 2021

UBICACION

SECTOR:

CONO SUR DE LA CIUDAD DE
QUILLABAMBA, CALLE NIETO
MIRANDA

DISTRITO:

SANTA ANA

PROVINCIA:

LA CONVENCION

DPTO:

CUSCO

CALICATA:

C - 01

DOCIFICACION: MUCILAGO AL 1.5%

SOLICITANTE:

GIOVANNI MIJAIL SANCHEZ QUECAÑO

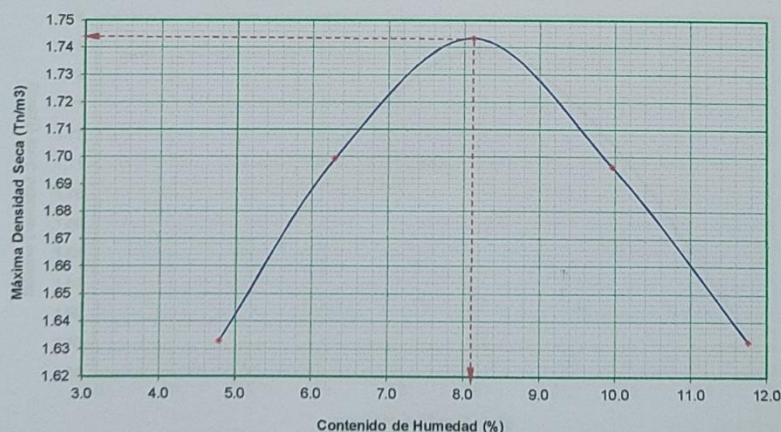
DENSIDAD HUMEDA						
Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	6419	6621	6788	6746	6660
Peso del Molde	gr.	2789	2789	2789	2789	2789
Peso de la Muestra Compacta	gr.	3630	3832	3999	3957	3871
Densidad Humedad	gr/cc.	1.71	1.81	1.89	1.87	1.82
Densidad Seca	gr/cc.	1.63	1.70	1.74	1.70	1.63

CONTENIDO DE HUMEDAD											
Tarro	No	A	H	X	O	W	B	Q	V	L	Ñ
Peso del Tarro	gr.	44.57	51.26	53.12	48.76	54.7	53.8	54.42	51.8	51.41	51.5
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	118.23	106.95	111.27	101.28	115.42	115.45	113.88	105.48	113.38	111.92
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	114.71	104.52	108.32	97.73	111.39	110.29	108.88	100.27	106.67	105.75
Peso del Agua	gr.	3.52	2.43	2.95	3.55	4.03	5.16	5	5.21	6.71	6.17
Peso del Suelo Seco	gr.	70.14	53.26	55.2	48.97	56.69	56.49	54.46	48.47	55.26	54.25
Contenido de Humedad	%	5.01853	4.56252	5.344203	7.2493363	7.1088	9.13436	9.18105	10.749	12.143	11.373
Contenido de Humedad Promedio	%	4.79	6.30	8.12	9.96	11.76					

DENSIDAD MAXIMA = 1.743 kg/m³

HUMEDAD OPTIMA = 8.12 %

CURVA DE COMPACTACION



V°B°

Keremca S.A.
INGENIEROS & ARQUITECTOS
Ing. Alexis L. Ancasi García
GERENTE GENERAL

LABORATORISTA:

Henry Figueroa Hualpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR

ASTM D-1557

PROYECTO:

INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA, QUILLABAMBA - CUSCO, 2021

UBICACION

CONO SUR DE LA CIUDAD DE QUILLABAMBA, CALLE NIETO MIRANDA

SECTOR:

DISTRITO: SANTA ANA

PROVINCIA: LA CONVENCION

DPTO: CUSCO

CALICATA: C - 01

DOCIFICACION: MUCILAGO AL 3%

SOLICITANTE:

GIOVANNI MUHAIL SANCHEZ QUECAÑO

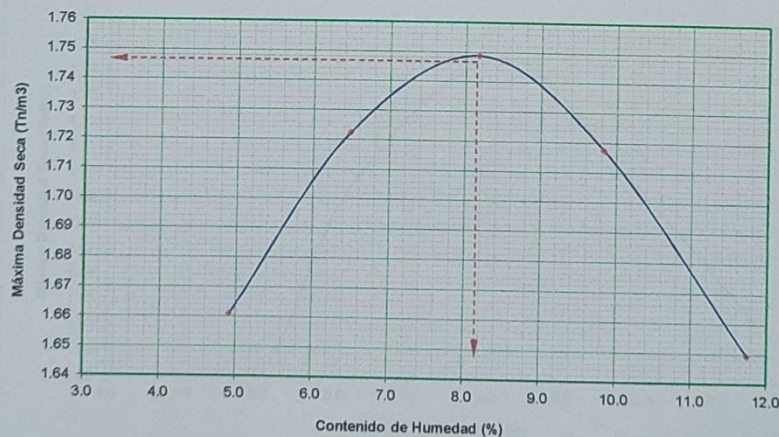
DENSIDAD HUMEDA						
Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	6482	6676	6798	6787	6695
Peso del Molde	gr.	2785	2785	2785	2785	2785
Peso de la Muestra Compacta	gr.	3697	3891	4013	4002	3910
Densidad Humedad	gr/cc.	1.74	1.83	1.89	1.89	1.84
Densidad Seca	gr/cc.	1.66	1.72	1.75	1.72	1.65

CONTENIDO DE HUMEDAD											
Tarro	No	H	R	D	F	T	A	K	N	S	B
Peso del Tarro	gr.	44.52	51.23	53.17	48.74	54.5	53.9	54.44	51.85	51.42	51.54
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	118.64	106.81	111.44	101.29	115.56	115.37	113.7	105.48	113.37	111.93
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	114.71	104.55	108.34	97.69	111.41	110.27	108.88	100.25	106.68	105.76
Peso del Agua	gr.	3.93	2.26	3.1	3.6	4.15	5.1	4.82	5.23	6.69	6.17
Peso del Suelo Seco	gr.	70.19	53.32	55.17	48.95	56.91	56.37	54.44	48.4	55.26	54.22
Contenido de Humedad	%	5.59909	4.23856	5.619	7.3544433	7.2922	9.04737	8.853784	10.806	12.106	11.38
Contenido de Humedad Promedio	%	4.92		6.49		8.17		9.83		11.74	

DENSIDAD MAXIMA = 1.749 kg/m³

HUMEDAD OPTIMA = 8.17 %

CURVA DE COMPACTACION



V°B°

Keremca S.A.
INGENIEROS & ARQUITECTOS

Ing. Alexis L. Ancasi García
GERENTE GENERAL

LABORATORISTA:

Henry Figueroa Hualipa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR

ASTM D-1557

PROYECTO:

INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA
PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA
SUBRASANTE ESTABILIZADA EN LA CALLE
NIETO MIRANDA, QUILLABAMBA - CUSCO,
2021

UBICACION

SECTOR:

CONO SUR DE LA CIUDAD DE
QUILLABAMBA, CALLE NIETO
MIRANDA

DISTRITO:

SANTA ANA

PROVINCIA:

LA CONVENCION

DPTO:

CUSCO

CALICATA:

C - 01

DOCIFICACION: MUCILAGO AL 4.5%

SOLICITANTE:

GIOVANNI MIJHAIL SANCHEZ QUECAÑO

DENSIDAD HUMEDA

Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	6427	6618	6796	6754	6681
Peso del Molde	gr.	2789	2789	2789	2789	2789
Peso de la Muestra Compacta	gr.	3638	3829	4007	3965	3892
Densidad Humedad	gr/cc.	1.71	1.80	1.89	1.87	1.83
Densidad Seca	gr/cc.	1.63	1.70	1.75	1.70	1.65

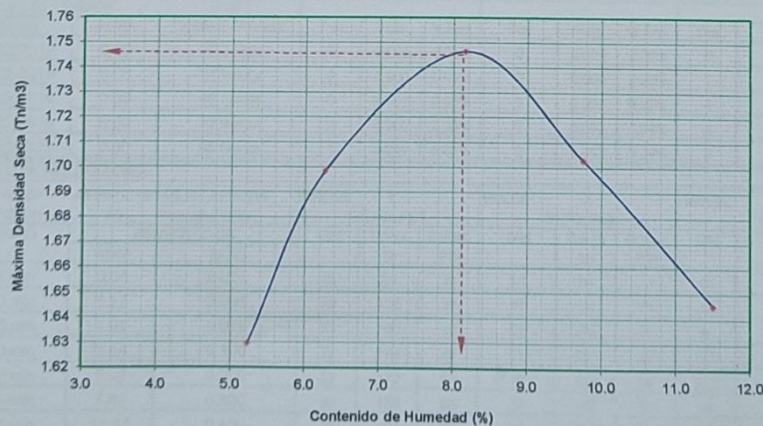
CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro	No	B	G	T	U	J	K	O	L	X	A
Peso del Tarro	gr.	44.54	51.22	53.18	48.82	54.75	53.9	54.44	51.84	51.46	51.57
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	115.15	109.82	111.25	102.15	117.97	114.04	113.98	104.99	112.98	111.98
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	114.73	104.56	109.36	97.67	111.34	111.4	108.74	100.22	106.66	105.72
Peso del Agua	gr.	0.42	5.26	1.89	4.48	6.63	2.64	5.24	4.77	6.32	6.26
Peso del Suelo Seco	gr.	70.19	53.34	56.18	48.85	56.59	57.5	54.3	48.38	55.2	54.15
Contenido de Humedad	%	0.59838	9.86127	3.36419	9.1709314	11.716	4.5913	9.650092	9.8594	11.449	11.56
Contenido de Humedad Promedio	%	5.23		6.27		8.15		9.75		11.50	

DENSIDAD MAXIMA = 1.746 kg/m³

HUMEDAD OPTIMA = 8.15 %

CURVA DE COMPACTACION



VºBº

Keremca S.A.

INGENIEROS & ARQUITECTOS



Ing. Alexis L. Ancasi Garcia
GERENTE GENERAL

LABORATORISTA:

Henry Figueroa Hualpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR)

PROYECTO: INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA, QUILLABAMBA - CUSCO, 2021

SOLICITADO: GIOVANNI MUJAIL SANCHEZ QUECAÑO

UBICACION: CONO SUR DE LA CIUDAD DE QUILLABAMBA, CALLE NIETO MIRANDA
SECTOR: SANTA ANA
DIST. LA CONVENCION
PROV. CUSCO
DPTO. CUSCO
CALICATA: C - 01
DOCIFICACION: MUCILAGO AL 0%

VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR)

DATOS GENERALES											
Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.728	Peso del martillo	10 lbs	Clas. Suelos:							
Humedad Optima	8.03%	Altura del martillo	18 pulg	SUCS: ML							
Humedad Natural	15.65%	Número de Capas	5 capas	AASHTO: A-6							
DATOS DEL MOLDE (cm.)		MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3							
		56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES							
Altura		12.67	12.67	12.67							
Diámetro		15.20	15.20	15.20							
Volumen		2299.10	2299.10	2299.10							
DATOS DE COMPACTACION		MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3							
		56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES							
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)		9,339	9,285	8,985							
Peso del Molde (gr)		4,128	4,243	4,130							
Peso de la Muestra Compacta (gr)		5,211	5,042	4,855							
Densidad Humeda (gr/cm3)		2.27	2.19	2.11							
Densidad Seca (gr/cm3)		2.13	2.07	1.98							
DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD		BB	S	E	LL	D	J				
Peso del Tarro (gr)		51.97	51.39	47.00	52.72	45.91	51.86				
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)		110.09	95.84	118.50	100.15	119.60	114.76				
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)		106.51	93.12	114.60	97.23	115.11	111.01				
Peso del Agua (gr)		3.58	2.72	3.90	2.92	4.49	3.75				
Peso del Suelo Seco (gr)		54.54	41.73	67.60	44.51	69.20	59.15				
Contenido de Humedad		6.6%	6.5%	5.8%	6.6%	6.5%	6.3%				
Contenido de Humedad Promedio		6.5%		6.2%		6.4%					
DATOS DE ABSORCION		MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3							
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)		9,463	9,411	9,132							
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)		9,339	9,285	8,985							
Porcentaje de Absorción		2.38%	2.50%	3.03%							
ENSAYO DE EXPANSION		MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3							
CTE. DIAL EXPANSION	0.001										
FECHA	HORA	TIEMPO TRANS.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
15/02/2019	0.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
16/02/2019	0.00	24 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	1	0.001	0.02%
17/02/2019	0.00	48 horas	0	0.000	0.00%	1	0.001	0.02%	3	0.003	0.06%
18/02/2019	0.00	72 horas	0	0.000	0.00%	2	0.002	0.04%	4	0.004	0.08%
19/02/2019	0.00	96 horas	1	0.001	0.02%	2	0.002	0.04%	5	0.005	0.10%
ENSAYO DE PENETRACION											
CTE. ANILLO=	4.588519115"		DIAL+24.68140269								
AREA PISTON	3.0	Pulg. Cuadradas									
TIEMPO	PENETRACION		MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
	(mm)	(pulg)	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
0.5 min	0.64	0.025	15	94	31	13	84	28	12	80	27
1.0 min	1.27	0.050	20	116	39	16	98	33	14	89	30
1.5 min	1.91	0.075	23	130	43	19	112	37	16	98	33
2.0 min	2.54	0.100	26	144	48	21	121	40	17	103	34
4.0 min	5.08	0.200	32	172	57	26	144	48	21.5	123	41
6.0 min	7.62	0.300	36	190	63	30	162	54	24	135	45
8.0 min	10.16	0.400	39	204	68	33	176	59	27	149	50
10.0 min	12.70	0.500	41	213	71	36	190	63	29	158	53

V°B°

LABORATORISTA:

Keremca S.A.
ING. NIETO & ARQUITECTOS
Ing. Alexis L. Ancasi Garcia
GERENTE GENERAL

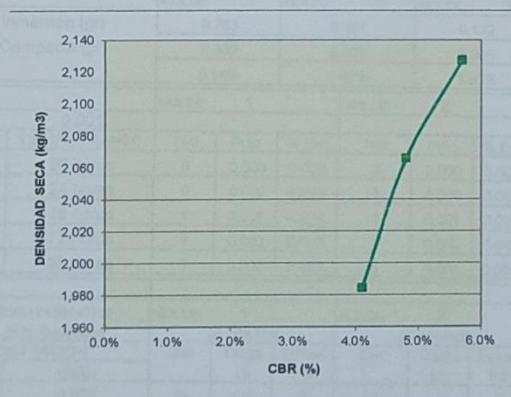
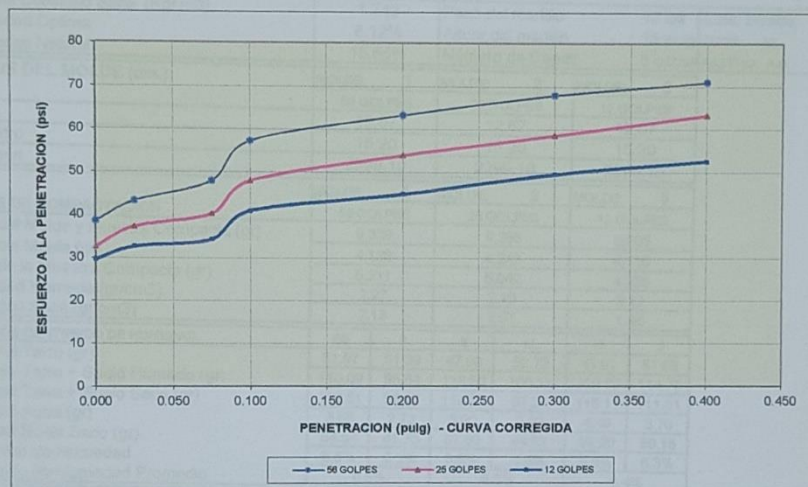
Henry Figueroa Huallpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

GRAFICOS CBR

PROYECTO: INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA UBICACIÓN: CALLE NIETO MIRANDA
MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA
SUBRASANTE ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO
MIRANDA, QUILLABAMBA – CUSCO, 2021

SOLICITADO: GIOVANNI MIJHAIL SANCHEZ QUECAÑO CALICATA: C - 01



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	1.728	CBR AL 95% DE MDS =	4.4%
HUMEDAD OPTIMA (%)	8.03%	CBR AL 100% DE MDS =	5.7%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	0.02%	2.38%
25 GOLPES	0.04%	2.50%
12 GOLPES	0.10%	3.03%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
CBR (0.1") / CBR (0.2") = 1.36

OBSERVACION: CONFORME

V°B°

LABORATORISTA:

Keremca S.A.
INGENIEROS & ARQUITECTOS

Ing. Alexis L. Ancasi García
GERENTE GENERAL

Henry Figueroa Hualpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR)

PROYECTO: INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA, QUILLABAMBA - CUSCO, 2021

UBICACION

SECTOR: CONO SUR DE LA CIUDAD DE QUILLABAMBA, CALLE NIETO MIRANDA

DIST. SANTA ANA

PROV. LA CONVENCION

DPTO. CUSCO

CALICATA: C - 01

DOSIFICACION: MUCILAGO AL 1.5%

SOLICITADO: GIOVANNI MUHAIL SANCHEZ QUECAÑO

VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR)

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.743	Peso del martillo	10 lbs	Clas. Suelos:
Humedad Optima	8.12%	Altura del martillo	18 pulg	sucs: ML
Humedad Natural	15.65%	Número de Capas	5 capas	AASTHO: A-6

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Altura	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Diámetro	12.67	12.67	12.67
Volumen	15.20	15.20	15.20
	2299.10	2299.10	2299.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde (gr)	9,339	9,285	8,985
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,128	4,243	4,130
Densidad Humeda (gr/cm3)	5,211	5,042	4,855
Densidad Seca (gr/cm3)	2.27	2.19	2.11
	2.13	2.07	1.98

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	BB	S	E	LL	D	J
Peso del Tarro (gr)	51.97	51.39	47.00	52.72	45.91	51.86
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	110.09	95.84	118.50	100.15	119.60	114.76
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	106.51	93.12	114.60	97.23	115.11	111.01
Peso del Agua (gr)	3.58	2.72	3.90	2.92	4.49	3.75
Peso del Suelo Seco (gr)	54.54	41.73	67.60	44.51	69.20	59.15
Contenido de Humedad	6.6%	6.5%	5.8%	6.6%	6.5%	6.3%
Contenido de Humedad Promedio	6.5%		6.2%		6.4%	

DATOS DE ABSORCION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	9,763	9,481	9,172
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	9,339	9,285	8,985
Porcentaje de Absorción	8.14%	3.89%	3.85%

ENSAYO DE EXPANSION

CTE. DIAL EXPANSION			MOLDE: 1			MOLDE: 2			MOLDE: 3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
15/02/2019	0.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
16/02/2019	0.00	24 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	1	0.001	0.02%
17/02/2019	0.00	48 horas	1	0.001	0.02%	1	0.001	0.02%	2	0.002	0.04%
18/02/2019	0.00	72 horas	2	0.002	0.04%	2	0.002	0.04%	4	0.004	0.08%
19/02/2019	0.00	96 horas	3	0.003	0.06%	3	0.003	0.06%	5	0.005	0.10%

ENSAYO DE PENETRACION

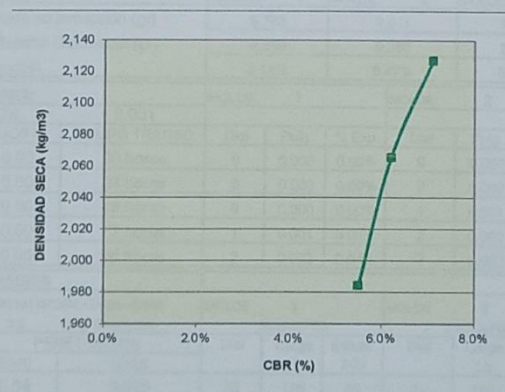
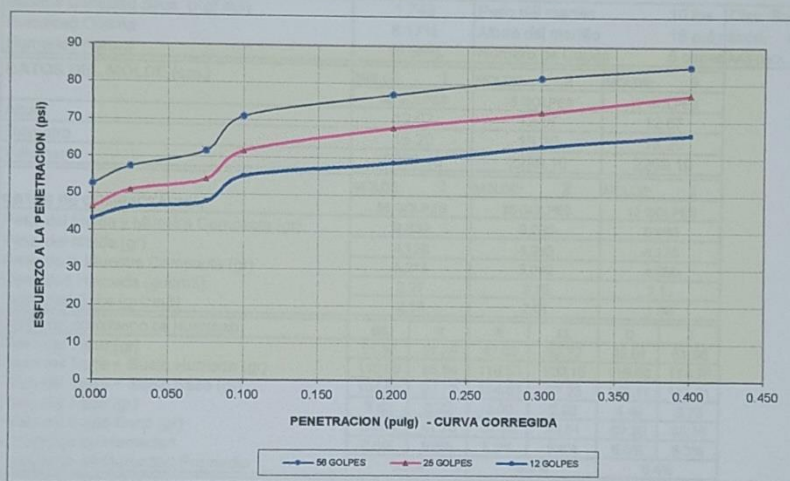
CTE. ANILLO= 4.588519115" DIAL+24.68140269			MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
AREA PISTON= 3.0 Pulg. Cuadradas			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	24	135	45	22	126	42	21	121	40
1.0 min	1.27	0.050	29	158	53	25	139	46	23	130	43
1.5 min	1.91	0.075	32	172	57	28	153	51	25	139	46
2.0 min	2.54	0.100	35	185	62	30	162	54	26	144	48
4.0 min	5.08	0.200	41	213	71	35	185	62	30.5	165	55
6.0 min	7.62	0.300	45	231	77	39	204	68	33	176	59
8.0 min	10.16	0.400	48	245	82	42	217	72	36	190	63
10.0 min	12.70	0.500	50	254	85	45	231	77	38	199	66

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

GRAFICOS CBR

PROYECTO: INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA UBICACION CALLE NIETO MIRANDA
MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA
SUBRASANTE ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO
MIRANDA, QUILLABAMBA – CUSCO, 2021

SOLICITADO: GIOVANNI MIJAIL SANCHEZ QUECAÑO CALICATA: C - 01



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m³)	1.743	CBR AL 95% DE MDS =	5.8%
HUMEDAD OPTIMA (%)	8.12%	CBR AL 100% DE MDS =	7.1%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	0.06%	8.14%
25 GOLPES	0.06%	3.89%
12 GOLPES	0.10%	3.85%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2") =	1.39
OBSERVACION:	CONFORME

V°B°

Keremca S.A.
ING. NIROS & ARQUITECTOS

Ing. Alexis L. Ancasi Garcia
GERENTE GENERAL

LABORATORISTA:

Henry Figueroa Huallpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR)

PROYECTO: INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA, QUILLABAMBA - CUSCO, 2021

SOLICITADO: GIOVANNI MUJAIL SANCHEZ QUECAÑO

UBICACION

SECTOR: CONO SUR DE LA CIUDAD DE QUILLABAMBA, CALLE NIETO MIRANDA

DIST. SANTA ANA

PROV. LA CONVENCIÓN

DPTO. CUSCO

CALICATA: C - 01

DOSIFICACION: MUCILAGO AL 3%

VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR)

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.749	Peso del martillo	10 lbs	Clas. Suelos:
Humedad Optima	8.17%	Altura del martillo	18 pulg	sucs: ML
Humedad Natural	15.65%	Número de Capas	5 capas	AASHTO: A-6

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Altura	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Diámetro	12.67	12.67	12.67
Volumen	15.20	15.20	15.20
	2299.10	2299.10	2299.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde (gr)	9,339	9,285	8,985
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,128	4,243	4,130
Densidad Humeda (gr/cm3)	5,211	5,042	4,855
Densidad Seca (gr/cm3)	2.27	2.19	2.11
	2.13	2.07	1.98

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	BB	S	E	LL	D	J
Peso del Tarro (gr)	51.97	51.39	47.00	52.72	45.91	51.86
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	110.09	95.84	118.50	100.15	119.60	114.76
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	106.51	93.12	114.60	97.23	115.11	111.01
Peso del Agua (gr)	3.58	2.72	3.90	2.92	4.49	3.75
Peso del Suelo Seco (gr)	54.54	41.73	67.60	44.51	69.20	59.15
Contenido de Humedad	6.6%	6.5%	5.8%	6.6%	6.5%	6.3%
Contenido de Humedad Promedio	6.5%		6.2%		6.4%	

DATOS DE ABSORCION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	9,763	9,611	9,232
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	9,339	9,285	8,985
Porcentaje de Absorción	8.14%	6.47%	5.09%

ENSAYO DE EXPANSION

CTE DIAL EXPANSION			MOLDE: 1			MOLDE: 2			MOLDE: 3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
15/02/2019	0.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
16/02/2019	0.00	24 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	1	0.001	0.02%
17/02/2019	0.00	48 horas	0	0.000	0.00%	1	0.001	0.02%	2	0.002	0.04%
18/02/2019	0.00	72 horas	1	0.001	0.02%	2	0.002	0.04%	2	0.002	0.04%
19/02/2019	0.00	96 horas	2	0.002	0.04%	3	0.003	0.06%	5	0.005	0.10%

ENSAYO DE PENETRACION

CTE. ANILLO= 4.588519115"DIAL+24.68140269			MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
AREA PISTON 3.0 Pulg. Cuadradas			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	33	176	59	31	167	56	30	162	54
1.0 min	1.27	0.050	38	199	66	34	181	60	32	172	57
1.5 min	1.91	0.075	41	213	71	37	194	65	34	181	60
2.0 min	2.54	0.100	44	227	76	39	204	68	35	185	62
4.0 min	5.08	0.200	50	254	85	44	227	76	39.5	206	69
6.0 min	7.62	0.300	54	272	91	48	245	82	42	217	72
8.0 min	10.16	0.400	57	286	95	51	259	86	45	231	77
10.0 min	12.70	0.500	59	295	98	54	272	91	47	240	80

V°B°

LABORATORISTA:

Keremca S.A.
ING. NIÑEROS & ARQUITECTOS

Ing. Alexis L. Ancasi Garcia
GERENTE GENERAL

Henry Figueroa Hualipa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

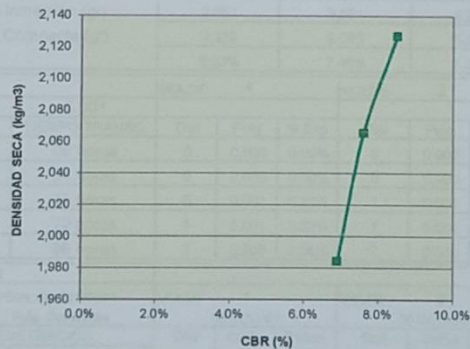
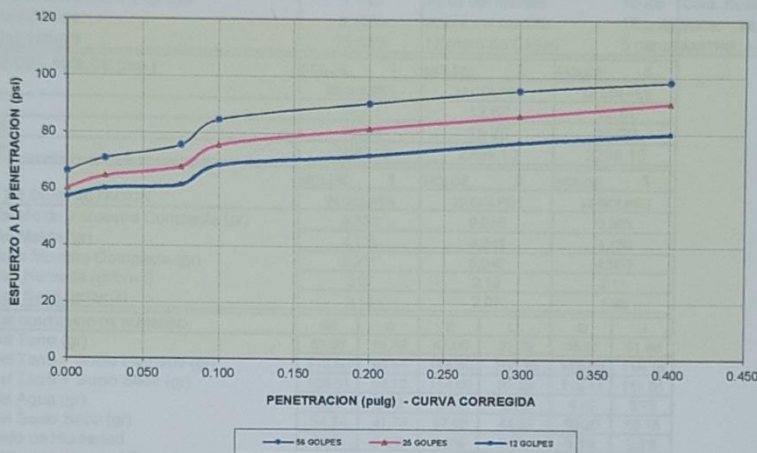
GRAFICOS CBR

PROYECTO: INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA, QUILLABAMBA – CUSCO, 2021

UBICACIÓN: CALLE NIETO MIRANDA

SOLICITADO: GIOVANNI MUHAIL SANCHEZ QUECAÑO

CALICATA: C - 01



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m³)	1.749	CBR AL 95% DE MDS =	7.2%
HUMEDAD OPTIMA (%)	8.17%	CBR AL 100% DE MDS =	8.5%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	0.04%	8.14%
25 GOLPES	0.06%	6.47%
12 GOLPES	0.10%	5.09%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
CBR (0.1") / CBR (0.2") = 1.42

OBSERVACION: CONFORME

V°B°

Keremca S.A.
INGENIEROS Y ARQUITECTOS

Ing. Alexis L. Ancasi García
GERENTE GENERAL

LABORATORISTA:

Henry Figueroa Hualipa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR)

PROYECTO: INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA
MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE
ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA,
QUILLABAMBA - CUSCO, 2021

UBICACION: CONO SUR DE LA CIUDAD DE QUILLABAMBA, CALLE
SECTOR: NIETO MIRANDA
DIST. SANTA ANA
PROV. LA CONVENCION
DPTO. CUSCO
CALICATA: C - 01
DOSIFICACION: MUCILAGO AL 4.5%

SOLICITADO: BACH. GIOVANNI MIJAIL SANCHEZ QUECAÑO

VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR)

DATOS GENERALES											
Maxima Densidad Seca (Kg/ m3)	1.746	Peso del martillo	10 lbs	Clas. Suelos:							
Humedad Optima	8.15%	Altura del martillo	18 pulg	sucs:	ML						
Humedad Natural	15.65%	Número de Capas	5 capas	AASHTO:	A-6						
DATOS DEL MOLDE (cm.)											
	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3								
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES								
Altura	12.67	12.67	12.67								
Diámetro	15.20	15.20	15.20								
Volumen	2299.10	2299.10	2299.10								
DATOS DE COMPACTACION											
	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3								
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES								
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	9,339	9,285	8,985								
Peso del Molde (gr)	4,128	4,243	4,130								
Peso de la Muestra Compacta (gr)	5,211	5,042	4,855								
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.27	2.19	2.11								
Densidad Seca (gr/cm3)	2.13	2.07	1.98								
DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD											
	BB	S	E	LL	D	J					
Peso del Tarro (gr)	51.97	51.39	47.00	52.72	45.91	51.86					
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	110.09	95.84	118.50	100.15	119.60	114.76					
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	106.51	93.12	114.60	97.23	115.11	111.01					
Peso del Agua (gr)	3.58	2.72	3.90	2.92	4.49	3.75					
Peso del Suelo Seco (gr)	54.54	41.73	67.60	44.51	69.20	59.15					
Contenido de Humedad	6.6%	6.5%	5.8%	6.6%	6.5%	6.3%					
Contenido de Humedad Promedio	6.5%	6.2%	6.4%								
DATOS DE ABSORCION											
	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3								
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	9,653	9,661	9,342								
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	9,339	9,285	8,985								
Porcentaje de Absorción	6.03%	7.46%	7.35%								
ENSAYO DE EXPANSION											
CTE. DIAL EXPANSION	0.001										
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
15/02/2019	0.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
16/02/2019	0.00	24 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	1	0.001	0.02%
17/02/2019	0.00	48 horas	0	0.000	0.00%	1	0.001	0.02%	2	0.002	0.04%
18/02/2019	0.00	72 horas	1	0.001	0.02%	1	0.001	0.02%	2	0.002	0.04%
19/02/2019	0.00	96 horas	3	0.003	0.06%	2	0.002	0.04%	3	0.003	0.06%
ENSAYO DE PENETRACION											
CTE. ANILLO=	4.588519115	DIAL+24.68140269									
AREA PISTON	3.0	Pulg. Cuadradas									
PENETRACION											
TIEMPO	(mm)	(pulg)	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI	Dial	Carga Lb	Esfuer. PSI
0.5 min	0.64	0.025	23	130	43	21	121	40	20	116	39
1.0 min	1.27	0.050	28	153	51	24	135	45	22	126	42
1.5 min	1.91	0.075	31	167	56	27	149	50	24	135	45
2.0 min	2.54	0.100	34	181	60	29	158	53	25	139	46
4.0 min	5.08	0.200	40	208	69	34	181	60	29.5	160	53
6.0 min	7.62	0.300	44	227	76	38	199	66	32	172	57
8.0 min	10.16	0.400	47	240	80	41	213	71	35	185	62
10.0 min	12.70	0.500	49	250	83	44	227	76	37	194	65

V°B°

LABORATORISTA:

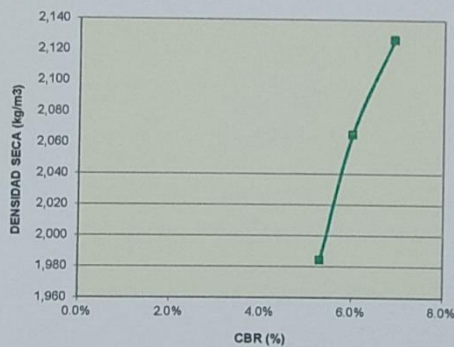
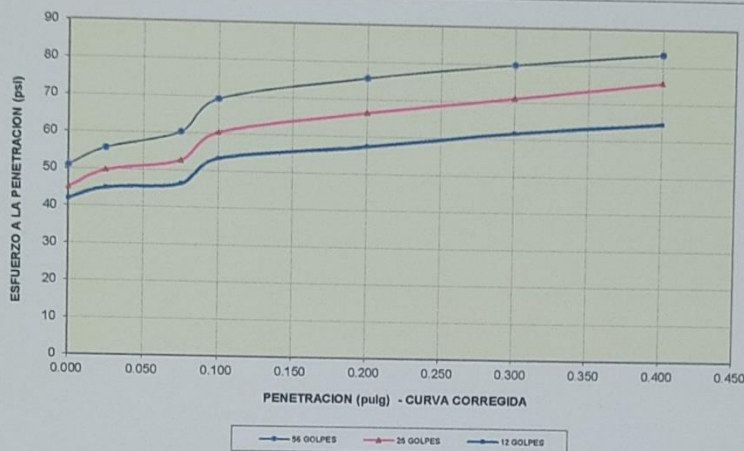
Keremca S.A.
INGENIEROS E ARQUITECTOS
Ing. Alexis L. Ancasi Garcia
GERENTE GENERAL

Henry Figueroa Hualpa
Técnico de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

GRAFICOS CBR

PROYECTO: INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE ESTABILIZADA EN LA CALLE NIETO MIRANDA, QUILLABAMBA - CUSCO, 2021
UBICACIÓN: CALLE NIETO MIRANDA
SOLICITADO: GIOVANNI MIJHAIL SANCHEZ QUECAÑO
CALICATA: C - 01



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	1.746	CBR AL 95% DE MDS =	5.6%
HUMEDAD OPTIMA (%)	8.15%	CBR AL 100% DE MDS =	6.9%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	0.06%	6.03%
25 GOLPES	0.04%	7.46%
12 GOLPES	0.06%	7.35%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
CBR (0.1") / CBR (0.2") = 1.38

OBSERVACION: CONFORME

V"B°

Keremca S.A.
INGENIEROS & ARQUITECTOS
Ing. Alexis L. Ancasi Garcia
GERENTE GENERAL

LABORATORISTA:

Henry Figueroa Hualpa
Técnico de Laboratorio

ANEXO 7: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

PyS EQUIPOS LABORATORIO DE METROLOGIA	
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	
NÚMERO 0174 Pág. 1 de 2	
LABORATORIO DIRECCIÓN TELÉFONO E MAIL	PYS EQUIPOS EIRL Calle 4 Mz F1 Lt 05 Urbanización Virgen del Rosario Teléfono: (511) 522-0723 metrologia@pys.pe
EQUIPO MARCA SERIE UBICACIÓN DEL EQUIPO FECHA DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO	ESCLERÓMETRO FORNEY 205 Laboratorio PYS EQUIPOS 21-07-2020
METODO EMPLEADO INSPECCIÓN GENERAL DEL EQUIPO	Medición directa sobre el equipo El equipo en general presenta un buen estado para la calibración
SOLICITANTE DIRECCIÓN CIUDAD	ROLDAN GUEVARA JUL DARYFER / KERENCA S.A Barrio Profesional C-11-A Cusco - Cusco CUSCO
PATRÓN DE CALIBRACIÓN	Yunque marca: FORNEY-USA <i>Los patrones utilizados en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada con la PU/CP Informe N° MAT-OCT-1519/2019</i>
TERMAS	
Calibrado por: <i>Amed</i> Amed Castilla Espinoza	Revisado: <i>E.P.</i> Eler Paso Solis
OBSERVACIONES	
1. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del PYS EQUIPOS EIRL.	
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de instrumento, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses.	
3. Los resultados contenidos parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.	
Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31 Tel: 486 3873 Cel: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe Web Page: www.pys.pe	
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.	

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 0174

Pág. 2 de 2

TABLA DE RESULTADOS	
Número de mediciones	Lectura Indicada
1	78
2	78
3	78
4	77
5	78
6	78
7	79
8	79
9	78
10	79
Desviación Estándar	0.63
Promedio	78.20

Los resultados contenidos parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de las perturbaciones que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SM-1261-2020

1 pág. de 2

DESTINATARIO : ROLDAN GUEVARA JUL DAYFER / KEREMCA S.A.
 DIRECCIÓN : Barrio Profesional C-11-A Cusco - Cusco
 FECHA : 21 de Julio del 2020
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

MARCA : CHAUS CAPACIDAD MÁXIMA : 15 kg
 N° DE SERIE : 8340300241 DIV. DE ESCALA (d) : 0.0005 kg
 MODELO : R31P15 DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 0.0005 kg
 TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO DE LA BALANZA : NO INDICA
 CLASE : II CAPACIDAD MÍNIMA : 0.025 kg

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 315, 316, 318 - CM - M - 2019

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001/Indecopi

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Initial	Final	H. R. %	Initial	Final
	18.0	18.0		75	75

Medicion	Carga L1 = 7.000 kg			Carga L2 = 15.000 kg		
N°	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	7.000	0.0009	-0.0005	15.000	0.0009	-0.0005
2	7.000	0.0009	-0.0005	15.000	0.0009	-0.0005
3	7.000	0.0009	-0.0005	15.000	0.0009	-0.0005
4	7.000	0.0009	-0.0005	15.000	0.0009	-0.0005
5	7.000	0.0009	-0.0005	15.000	0.0009	-0.0005
6	7.000	0.0009	-0.0005	15.000	0.0009	-0.0005
7	7.000	0.0009	-0.0005	15.000	0.0009	-0.0005
8	7.000	0.0009	-0.0005	15.000	0.0009	-0.0005
9	7.000	0.0009	-0.0005	15.000	0.0009	-0.0005
10	7.000	0.0009	-0.0005	15.000	0.0009	-0.0005

$$E = I + \Delta L - L$$

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	E.M.P. (kg)
7.00	0.0000	0.002
15.00	0.0000	0.003

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PYS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma.



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Tel.: 485 3873, Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 056 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGIA

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	16.0	16.0

	Inicial	Final	Final
H.R. (%)	75	75	75

2 pág. de 2

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (kg)
	Carga Mínima*	i (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	i (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
1	0.005	0.010	0.0008	0.0045	7.000	7.000	0.0010	-0.0008	-0.0052	0.002
2		0.010	0.0008	0.0045		7.000	0.0010	-0.0008	-0.0052	0.002
3		0.010	0.0008	0.0045		7.000	0.0010	-0.0008	-0.0052	0.002
4		0.010	0.0008	0.0045		7.000	0.0010	-0.0008	-0.0052	0.002
5		0.010	0.0008	0.0045		7.000	0.0010	-0.0008	-0.0052	0.002

* Valor entre 0 y 10e

$$E = I + \Delta I - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	16.0	16.0

	Inicial	Final	Final
H.R. (%)	75	75	75

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	I (kg)	ΔI (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔI (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0.0	0.010	0.0007	-0.0004						
1.5	1.500	0.0007	-0.0004	0.0000	1.500	0.0008	-0.0005	-0.0001	0.001
3.0	2.990	0.0007	-0.0105	-0.0100	3.000	0.0008	-0.0006	-0.0001	0.001
4.5	4.500	0.0010	-0.0008	-0.0003	4.500	0.0010	-0.0008	-0.0003	0.001
6.0	6.000	0.0010	-0.0008	-0.0003	6.000	0.0010	-0.0008	-0.0003	0.001
7.5	7.499	0.0010	-0.0018	-0.0013	7.500	0.0010	-0.0008	-0.0003	0.001
9.0	9.000	0.0010	-0.0008	-0.0003	9.000	0.0010	-0.0008	-0.0003	0.002
10.5	10.499	0.0010	-0.0017	-0.0013	10.500	0.0010	-0.0008	-0.0003	0.002
12.0	12.000	0.0010	-0.0008	-0.0003	12.000	0.0010	-0.0008	-0.0003	0.002
13.5	13.499	0.0010	-0.0017	-0.0013	13.500	0.0010	-0.0008	-0.0003	0.003
15.0	15.000	0.0010	-0.0008	-0.0003	15.000	0.0010	-0.0008	-0.0003	0.003

$$E = I + \Delta I - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura $K = 2$, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

$$U = 2 \sqrt{0.000418 \text{ kg}^2 + 5.9 \times 10^{-9} \text{ R}^2}$$

Amed
Calibrado por
Amed Castillo Espinoza
Dpto. de Metrología



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Tel: 485 3873, Cel: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 985
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

Product Certification

This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: BS 410
EN 933-1 933-2

PRODUCT DESCRIPTION: SIEVE PAN, 8 INCH DIA FULL HEIGHT, BRASS, and EXTENDED RIM

MODEL: LA-0775

SERIE: 212

DATA: 2207/2020



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s); which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machine's regular custodian, owner and/or manufacturer.



WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408
Email - sales@forneyonline.com

Product Certification

This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: GILSON

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-3315

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: (NO STANDARDS APPLY)

PRODUCT DESCRIPTION: POKERT PENETROMETER

MODEL: HM-500

SERIE: 201

DATE: 22/07/2020



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s); which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machine's regular custodian, owner and/or manufacturer.



WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408
Email - sales@forneyonline.com

ANEXO 8: BOLETA DE ENSAYOS DE LABORATORIO

20/08/2021

::: Boleta de Venta Electrónica - Impresión :::

KEREMCA SOCIEDAD ANONIMA - KEREMCA S.A.
JR. VILCABAMBA 30 A EN EX IGLESIA EVANGELICA
SANTA ANA - LA CONVENCION - CUSCO

BOLETA DE VENTA ELECTRONICA.
RUC: 20490237586
EB01-1

Fecha de Vencimiento :
Fecha de Emisión : **20/08/2021**
Señor(es) : **GIOVANNI MIJHAIL SANCHEZ QUECAÑO**
DNI : **76916533**
Tipo de Moneda : **SOLES**
Observación :

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	2400.00	0.00	2400.00

(*) Sin impuestos.

(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.

SON: DOS MIL CUATROCIENTOS Y 00/100 SOLES

Op. Gravada:

Op. :

Exonerada

Op. Inafecta:

ISC:

IGV:

Otros Cargos:

Otros :

Tributos

Monto de:

Redondeo

Importe Total:

S/ 0.00

S/ 2400.00

S/ 0.00

S/ 0.00

S/ 0.00

S/ 0.00

S/ 0.00

S/ 0.00

S/ 2400.00

Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual:

www.sunat.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.